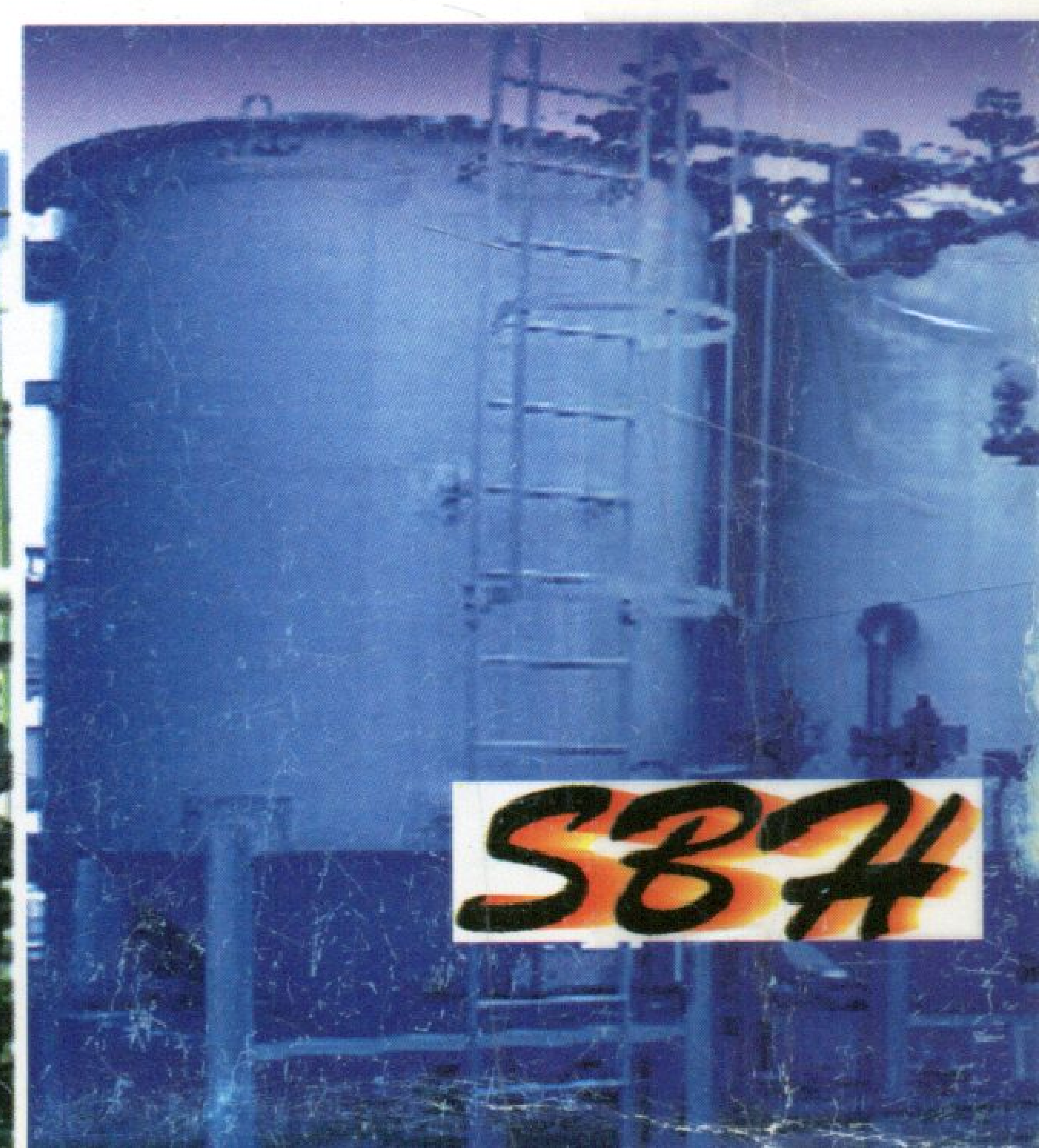
معالجة مياه
الصرف الصناعى

كيميائى

أحمد السروى





معالجة مياه
الصرف الصناعى

كيميائى
أحمد السروي

الطبعة الثانية 2010

الكتـــــاب : **معالجة مياه الصرف الصناعي**
المؤلـــــف : كيميائى/ أحمد السروي
الناشـــــر : دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة
المقـــاس : 24 X 17
عدد الصفحات : 452
الطبعـة الثانية : 2010
رقـم الإيـداع : 2007/7348
ردمـــك : 977 287 705 8

الاخراج الفنى وتصميم الغلاف : جمال خليفة
المـونتـــاج الفنــى : محمد حسنى

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
50 شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
☎ 27948619- 27954229
فاكس: 27928980

لمزيد من المعلومات يرجي زيارة موقعنا على الإنترنت

www.sbhegypt.org
e-mail : sbh@link.net

أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓاْ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

(الانبياء:٣٠)

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُواْ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

(الروم ٤١)

ربنا تقبل منا انك انت السميع العليم

اللهم اجعل عملي هذا خالصا لوجهك الكريم

اهــــــداء

الي أبي وأمي

اللذين كانا سببا في وجودي ولم يدخرا جهدا في اسعادي وأتمني لهما من قلبي موفــور الصحة والعافية .

والي أمي الكبيرة مصر الغالية

التي أعيش علي أرضها الطيبــة واســتظل بسمائها وأتمني لها كل تقدم وازدهار.

وإلي كل من يحب العلم ويعمل علي نشره مــن اجــل رفعة أمتنا العربية والإسلامية .

اهدي هذا الكتاب

المؤلف

المقدمة

الماء سائل الحياة العجيب، الماء ميزه الخالق سبحانه وتعالى بالعديد من الصفات الفيزيقية ، والكيميائية والحيوية التي جعلته حقا سائل الحياة الفريد، وجعلته بحق أعجب وأعظم سائل، فلولاه ما كانت على الأرض حياة وبدونه لا يوجد سائل الدعم وعصارات النبات، ولولا الماء ما نظمت درجة حرارة الأرض ، ولا فتتت صخورها ولا تشققت تربتها الزراعية ولعجزنا عن إنبات حبة واحدة على سطح الأرض

ولهذا تعد المياه أهم المصادر الطبيعية الكرة الأرضية ، ولأن الكرة الأرضية ذات موارد محدودة ، والمياه باستعمالها يمكن أن تتحول إلي مصدر من مصادر التلوث والإفساد البيئي ، ولذا يجب التحكم في المياه إن أمكن لمنع تلوث البيئة.

ومع ازدياد النشاط الصناعي في العالم أجمع وبالتالي زاد عدد المصانع والمنشآت الصناعية مما أدي إلي زيادة المخلفات الصناعية السائلة والصلبة لتلك المصانع

ومياه الصرف الصناعي مرتبطة ارتباطا وثيقا بتلوث المياه والتربة , ولهذا فإنه من الضروري والحتمي معالجة مخلفات مياه الصرف الصناعي والمخلفات السائلة عموما معالجة متكاملة ، حتي لا تصل تلك المخلفات إلي مصادر المياه سواء استخدمت هذه المياه في أغراض منزلية أو ترفيهية أو في الزراعة .

ويجب أن تكون عملية معالجة وتنقية مياه الصرف الصناعي والتخلص من المياه المعالجة والاستفادة منها عملية منظمة تراعي فيها جميع الظروف البيئية والاجتماعية والانسانية .

ومن هنا جاءت فكرة هذا الكتاب الذي يتناول عمليات معالجة وتنقية مياه الصرف الصناعي بأسلوب علمي ، والغرض الأساسي من هذا الكتاب هو تبسيط مفاهيم وأسس معالجة مياه الصرف الصناعي ، مما ييسر علي القارئ سبل الالمام باهم نظريات وأسس معالجة مياه الصرف الصناعي وأنواع الصرف الصناعي المختلفة وكيفية تشغيل محطات المعالجة .

وأهم الأهداف التي يحققها هذا الكتاب :

- إعطاء صورة كاملة واضحة عن طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعي الناتجة من المصانع .

- التعرف على أنظمة معالجة الصرف الصناعي المختلفة وميزات كل نظام وقصوره ومدي ملائمة أنظمة المعالجة للأنواع المختلفة من مياه الصرف الصناعي .
- دراسة معالجة الصرف الصناعي لصناعات عديدة متنوعة مثل الصناعات النسيجية وصناعة الورق والصناعات الغذائية .
- التعرف علي القوانين واللوائح البيئية المصرية المتعلقة بالصرف والتخلص من الصرف الصناعي وكذلك معالجة الحمأة (الرواسب الصلبة) ومدي تنظيم هذه القوانين لإعادة استعمال مياه الصرف الصناعي المعالجة .

ولقد كان الدافع إلي تناول موضوع معالجة مياه الصرف الصناعي هو إضافة كتاب عربي للمكتبة العربية العلمية حيث أن هذه الإصدارات مطلوبة لأمتنا العربية لتواكب التقنيات الحديثة في المعالجة والتشغيل والصيانة ، وبما يعود بالفائدة علي جميع العاملين في هذا المجال من المهندسين والباحثين والفنيين .

وإني لارجو أن يجد طلاب الهندسة والعلوم بالجامعات هذا الكتاب عونا لهم في دراساتهم وان يجدوا فيه تيسيرا في الاستيعاب والتحصيل دون إجهاد .

وإلي زملائي المهندسين والكيميائيين والفنيين العاملين في مجالات معالجة المياه راجيا أن يجدوا في هذا الكتاب برغم تواضع محتواه ما يمكنهم لمزيد من الجهد والإجتهاد لرفع مستوي مشاريع معالجة المياه في مصر والعالم العربي .

فإني أرجو الله سبحانه وتعالي أن يكون كتابي هذا اسهاما متواضعا في نشر الإهتمام بالعلم في بلادنا ، حيث أن المكتبة العربية بحاجة ماسة الي كتاب عربي علمي يجذب القارئ للاستزادة والتوسع في العلوم الأساسية والهندسية ، وأن يكون حافزا لمزيد من إصدار ونشر كثير من الكتب العلمية والتراجم باللغة العربية إسهاما منا في نشر الثقافة العلمية في بلادنا التي هي في أمس الحاجة للتقدم العلمي والتقني .

وقد تم اعداد الكتاب في سبعة ابواب:-

الباب الاول **طبيعة و خصائص مياه الصرف الصناعي**

الباب الثاني **تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي**

الباب الثالث **معالجة الحمأة (الرواسب) والتخلص منها**

الباب الرابع **تطهير مياه الصرف الصناعي المعالجة**

الباب الخامس **الإستفادة والتخلص من مياه الصرف الصناعي**

الباب السادس تشغيل محطات الصرف الصناعي

الباب السابع القوانين واللوائح المنظمة للصرف الصناعي في مصر

الباب الثامن المصطلحات العلمية والمراجع

الباب الأول يعطي مقدمة شاملة عن طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعي وكذلك محطات معالجة مياه الصرف الصناعي , مع شرح لبعض المصطلحات المستخدمة والشائعة في معالجة مياه الصرف الصناعي مثل الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك والمواد الصلبة الكلية ....الخ والتأثيرات البيئية لمياه الصرف الصناعي .

ويوضح هذا الباب أيضا أهمية الحاجة إلي إقامة محطات معالجة الصرف الصناعي للتوافق مع المعايير البيئية العالمية والمصرية للتوافق مع القوانين للصرف علي المسطحات المائية مثل النيل والبحر والترع والمجاري أو إعادة استخدام مياه الصرف المعالج كما يبين الطرق الشائعة لمعالجة مياه الصرف الصناعي .

الباب الثاني يشرح بالتفصيل أهم طرق وتكنولوجيات معالجة مياه الصرف الصناعي التقليدية وغير التقليدية، والتي تشمل المعالجة الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وكيفية وجود طرق متعددة في نظام معالجة واحد ، مع توضيح مميزات وعيوب كل طريقة من طرق المعالجة المختلفة وذكر أنسب تلك الطرق .

الباب الثالث وهو يشرح بالتفصيل فى الفصل الأول معالجة الحمأة (الرواسب) والتخلص منها، والتي تشمل العمليات الأولية (التمهيدية) لمعالجة الحمأة وطرق تثخين وتكثيف الحمأة وتثبيت الحمأة كمرحلة تالية

والفصل الثاني يتناول تجفيف الحمأة والاستخدامات المختلفة لها

الباب الرابع تطهير مياه الصرف الصناعي المعالجة ويتناول الفصل الاول تعريف التطهير ووسائلة الكيميائية والبيولوجية والفيزيائية ، وكذلك ميكانيكية التطهير والعوامل التي تؤثر في كفاءة المطهرات وفعاليتها لتطهير مياه الصرف الصناعي .

أما الفصل الثاني فهو يتناول طريقة التطهير بالكلور وكيفيته ومميزاته وعيوبة والعوامل المؤثرة في فاعليته .

وأيضا التطهير بالأوزون ومميزاته ، كما ذكرنا المقارنة بين خواص أكثر المطهرات شيوعا في الإستخدام

الباب الخامس الإستفادة والتخلص من مياه الصرف الصناعي وهو يتناول في الفصل الأول إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة وتقنيات المعالجة الثلاثية المتقدمة لمياه الصرف

أما الفصل الثاني فيشرح النموذج المتكامل لمشروع معالجة مياه صرف صناعي، هذا بالإضافة إلي دراسة معالجة الصرف الصناعي لصناعات عديدة متنوعة مثل الصناعات النسيجية وصناعة الورق والصناعات الغذائية .

الباب السادس تشغيل محطات الصرف الصناعي وهو خاص بعمليات التشغيل لوحدات معالجة مياه الصرف ، ويشرح الفصل الأول كيفية تشغيل وحدات المعالجة داخل المحطات عن طريق الملاحظة البصرية والفحوصات التحليلية كما يذكر هذا الباب أيضا قواعد الامن والسلامة داخل المعامل ومخاطر المواد الكيميائية .

كما يذكر الفصل الثاني أمثلة عملية تطبيقية لبعض مشاكل المعالجة وطرق معالجتها والتغلب عليها وتأثير صرف المخلفات الصناعية علي شبكة المجاري العامة وعلي محطات المعالجة.

الباب السابع القوانين واللوائح المنظمة للصرف الصناعي في مصر

الباب الثامن المصطلحات العلمية والمراجع العربية والأجنبية

الماء سر الحياة

الماء سائل الحياة العجيب، الماء ميزه الخالق سبحانه وتعالى بالعديد من الصفات الفيزيقية ، والكيميائية والحيوية التي جعلته حقا سائل الحياة الفريد، وجعلته بحق أعجب وأعظم سائل، فلولاه ما كانت على الأرض حياة وبدونه لا يوجد سائل الدعم وعصارات النبات، ولولا الماء ما نظمت درجة حرارة الأرض ، ولا فتتت صخورها ولا تشققت تربتها الزراعية ولعجزنا عن إنبات حبة واحدة على سطح الأرض.

سبحانه وتعالى خلق الأرض والسماء وأراد أن يخلق الإنسان على هذه الأرض فخلق له الماء الذي فيه قوام حياته وحياة من حوله من الكائنات الحية، قال الله عز وجل:

(أولم ير الذين كفروا أن السماوات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون) (الانبياء:٣٠)

والماء هو مادة الحياة وإكسيرها السحري الذي بدونه لاستحالت الحياة على سطح هذا الكوكب.

ولقد ذكر الله تعالى الماء في القرآن الكريم منكرا " ماء " ٤٢ مرة وذكره معرفا " الماء " ١٧ مرة والمجموع ٥٩ مرة.

وأمتن الله على المؤمنين أن أنزل عليهم الماء الذي فيه قوام حياتهم، قال تعالى:

(هو الذي أنزل من السماء ماء لكم منه شراب ومنه شجر فيه تسيمون {١٠} ينبت لكم به الزرع والزيتون والنخيل والأعناب ومن كل الثمرات إن في ذلك لآية لقوم يتفكرون {١١} [سورة النحل] .

ووصف الله الماء على أنه مبارك أي أنه كثير العطاء، قال الله تعالى :

(ونزلنا من السماء ماء مباركا فأنبتنا به جنات وحب الحصيد) (٩)(سورة ق).

وذكر الله تعالى أن إنزاله الماء من السماء وإحيائه الأرض بعد موتها هو دليل وآية على وجود، الله قال تعالى :

إن في خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار والفلك التي تجري في البحر بما ينفع الناس وما أنزل الله من السماء من ماء فأحيا به الأرض بعد موتها وبث فيها من كل دآبة وتصريف الرياح والسحاب المسخر بين السماء والأرض لآيات

لقوم يعقلون {١٦٤} سورة البقرة وقال تعالى : ومن آياته يريكم البرق خوفا وطمعا وينزل من السماء ماء فيحيي به الأرض بعد موتها إن في ذلك لآيات لقوم يعقلون {٢٤} سورة الروم

و أمتن الله على الكافرين بأن جعل من الماء كل شيء حي، قال تعالى :{٢٩} أولم ير الذين كفروا أن السماوات والأرض كانتا رتقا ففتقناهما وجعلنا من الماء كل شيء حي أفلا يؤمنون {٣٠} سورة الأنبياء.

و ذكر الله الماء على أنه من نعيم الجنة وأن أهل النار يعذبون بحرمانهم منه قال تعالى :(ونادى أصحاب النار أصحاب الجنة أن أفيضوا علينا من الماء أو مما رزقكم الله قالوا إن الله حرمهما على الكافرين {٥٠} الذين اتخذوا دينهم لهوا ولعباوغرتهم الحياة الدنيا فاليوم ننساهم كما نسوا لقاء يومهم هذا وما كانوا بآياتنا يجحدون {٥١} سورة الأعراف

كما ذكر الله الماء على أنه جند من جنود الله يهلك بها الظالمين قال تعالى :

{٣٩} حتى إذا جاء أمرنا وفار التنور قلنا احمل فيها من كل زوجين اثنين وأهلك إلا من سبق عليه القول ومن آمن وما آمن معه إلا قليل {٤٠} وقال اركبوا فيها بسم الله مجراها ومرساها إن ربي لغفور رحيم {٤١} وهي تجري بهم في موج كالجبال ونادى نوح ابنه وكان في معزل يا بني اركب معنا ولا تكن مع الكافرين {٤٢} قال سآوي إلى جبل يعصمني من الماء قال لا عاصم اليوم من أمر الله إلا من رحم وحال بينهما الموج فكان من المغرقين {٤٣} وقيل يا أرض ابلعي ماءك ويا سماء أقلعي وغيض الماء وقضي الأمر واستوت على الجودي وقيل بعدا للقوم الظالمين {٤٤} سورة هود

و قال تعالى :(كذبت قبلهم قوم نوح فكذبوا عبدنا وقالوا مجنون وازدجر {٩} فدعا ربه أني مغلوب فانتصر {١٠} ففتحنا أبواب السماء بماء منهمر{١١} وفجرنا الأرض عيونا فالتقى الماء على أمر قد قدر {١٢}وحملناه على ذات ألواح ودسر {١٣} تجري بأعيننا جزاء لمن كان كفر {١٤} ولقد تركناها آية فهل من مدكر {١٥} فكيف كان عذابي ونذر {١٦} ولقد يسرنا القرآن للذكر فهل من مدكر ١٧) سورة القمر.

و ذكر الله إحدى فوائد الماء وهي التطهير، قال تعالى :

(إذ يغشيكم النعاس أمنة منه وينزل عليكم من السماء ماء ليطهركم بـه ويـذهب عنكم رجز الشيطان وليربط على قلوبكم ويثبت به الأقدام {١١} سورة الأنفال.

وقال تعالى : وهو الذي أرسل الرياح بشرا بين يدي رحمته وأنزلنا من السماء ماء طهورا {٤٨} سورة الفرقان.

و أمرنا الله بالوضوء عند كل صلاة، والاغتسال بالماء عند كل جنابة، قال تعالى: (يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِذَا قُمْتُمْ إِلَى ٱلصَّلَوٰةِ فَٱغْسِلُواْ وُجُوهَكُمْ وَأَيْدِيَكُمْ إِلَى ٱلْمَرَافِقِ وَٱمْسَحُواْ بِرُءُوسِكُمْ وَأَرْجُلَكُمْ إِلَى ٱلْكَعْبَيْنِ ۚ وَإِن كُنتُمْ جُنُبًا فَٱطَّهَّرُواْ ۚ وَإِن كُنتُم مَّرْضَىٰٓ أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ أَوْ جَآءَ أَحَدٌ مِّنكُم مِّنَ ٱلْغَآئِطِ أَوْ لَٰمَسْتُمُ ٱلنِّسَآءَ فَلَمْ تَجِدُواْ مَآءً فَتَيَمَّمُواْ صَعِيدًا طَيِّبًا فَٱمْسَحُواْ بِوُجُوهِكُمْ وَأَيْدِيكُم مِّنْهُ ۚ مَا يُرِيدُ ٱللَّهُ لِيَجْعَلَ عَلَيْكُم مِّنْ حَرَجٍ وَلَٰكِن يُرِيدُ لِيُطَهِّرَكُمْ وَلِيُتِمَّ نِعْمَتَهُۥ عَلَيْكُمْ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ {٦} سورة المائدة .

وقد أمرنا رسول الله صلى الله عليه وسلم بالاقتصاد في استعمال الماء وعدم الإسراف فيه، وقد ورد عنه صلى الله عليه وسلم : (أنه مر بسعد وهو يتوضأ فقال ما هذا السرف فقال أفي الوضوء إسراف قال نعم وإن كنت على نهر جار) رواه ابن ماجة ٤١٩ .

يقول الله سبحانه وتعالي في كتابه الكريم : (ظهر الفساد في البروالبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون) سورة الروم ٤١ فالإنسان قد أحدث في بيئته دمارا وفسادا نتيجة لتدخله بلا وعي في الكون ونظامه وقوانينه , والآية تشير إلي الضرر البالغ الذي حل به من جراء عمله وافساده ....ذلك الضرر الذي سوف يذوقه رغما عنه , فالغرور ومطامع الدنيا قد أعمت الإنسان فقام بإفساد البر والبحر مرة بالمخلفات الصناعية ومرة اخري بمخلفاته هو ومرة ثالثة بالمواد الاشعاعية والذرية .

والعلاج كما جاء في آخر الآية بالرجوع الي منهج الله تعالي في تغيير الأنفس حتي تتغير الأحوال ......ونطهير القلوب حتي تتطهر الأجواء , والعمل علي إصلاح ما أفسده الإنسان في بيئته بتقليل القاؤه مخلفاته ومعالجتها قبل القاءها في البيئة ومنع التلوث الصناعي من مصدره وتقليل مخاطره إلي أقل حد ممكن.

وهذا الكتاب يتناول موضوع معالجة الصرف الصناعي شارحا فيه طبيعة المخلفات الصناعية السائلة ومصادرها وأخطارها فضلا علي أنسب الطرق لمعالجتها ، كذلك شرح بعض أساليب المعالجة لأكثر من صناعة ، مما يؤدي إلي التقليل والحد من تلوث البيئة والحفاظ عليها .

المؤلف

1 الباب الأول

طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعى

الفصل الأول

1-1 طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعي

1-1-1 الخواص الفيزيائية

1-1-2 الخواص الكيميائية

1-1-3 الخواص البيولوجية

1-1 طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعي

مع التقدم الصناعي لكثير من دول العالم وازدياد عدد المنشآت الصناعية في معظم دول العالم النامي والمتقدم ، ظهرت مشكلة التخلص من المخلفات الصناعية السائلة الناتجة عن النشاط الصناعي ، واتجهت كثير من الشركات الصناعية إلي التخلص من مخلفاتها السائلة بصرفها إلي المجاري العمومية ولذلك فمن الضروري مراقبة عمليات صرف أية مخلفات صناعية وألا تسمح السلطات الرقابية بصرف أية مياه صرف صناعية علي الشبكة العمومية قبل معرفة كافة خصائص هذه المياه ومدي قدرة شبكة الصرف علي استيعابها، بالإضافة إلي معرفة تأثير ومدي خطورة صرف المركبات المختلفة الموجودة في هذه المياه علي شبكات الصرف الصحي، وذلك علي المدى القريب والمدى البعيد.

و مياه الصرف الصناعية يختلف وضعها من صناعة لأخرى نتيجة لاختلاف المواد الأولية اللازمة للصناعة و المواد الناتجة أو المصنعة .

مبادئ و إجراءات إدارة و معالجة المخلفات الصناعية السائلة :

قبل بدء معالجة مياه الصرف الصناعي لابد من إجراء كثير من الدراسات الأولية التمهيدية للوصول إلي أفضل الطرق لمعالجة هذه المياه وتشمل هذه الدراسات الأولية النقاط التالية :-

- تصنيف المخلفات الصناعية
- المسح الصناعي الإحصائي
- الاختبارات المعملية

أولا تصنيف المخلفات الصناعية السائلة

و كتصنيف أولي يمكننا القول أن هناك نفايات مخلفات صناعية متلائمة ومخلفات صناعية غير متلائمة مع أنظمة المعالجة التقليدية لمياه المجاري البلدية (مياه الصرف الصحي).

الملوثات والمخلفات الصناعية المتوافقة :

الملوثات المتوافقة هي المواد التي يمكن إزالتها أو إتلافها من قبل الهيئات المدنية. فمعظم الصناعات الغذائية وعدد من الصناعات العضوية تنتج نفايات خام تشبه بشكل أو بآخر النفايات البلدية ولو أن هناك اختلاف واسع في التركيز.

والمعالجة الأولية تتضمن عادة تصفية خشنة و ترسيب. و أما المعالجة الثانوية فيمكن أن تتضمن معالجة بالحماة المنشطة و الفلاتر البطيئة و يمكن أن تتضمن أيضا عمليات بيولوجية هوائية أخرى تهدف إلى أكسدة الجزء الأعظم من المواد العضوية . وتقاس هذه المواد العضوية و يعبر عنها عادة بعبارة الأوكسجين العضوي المطلوب، أو تقاس بطريقة غير مباشرة عن طريق معرفة -مثلا- الأوكسجين الكيميائي المطلوب أو الكربون العضوي الكلي .

المواد القابلة للتحلل البيولوجي يمكن أن تزال بنفس الطرق شريطة عدم الإضرار بالشروط اللازمة لعملية التحلل (مثل وجود سموم أو قيم حرجة من pH أو درجة حرارة غير ملائمة ...الخ).

الملوثات والمخلفات الصناعية غير المتوافقة :

بعكس نفايات الصناعات الغذائية و بعض الصناعات العضوية التي يمكن معالجتها بنفس العمليات التقليدية المتبعة لمعالجة الصرف البلدي، فإن نفايات كثير من الصناعات تتضمن ملوثات لا تتلائم مع تلك الطرق من المعالجة. وأخطر أنواع عدم الملائمة هي تلك التي تتدخل في تشغيل عملية المعالجة كأن تحتوي على مواد سامة تحد أو تتلف الكائنات الحية التي تقوم بالعملية البيولوجية . وهذه السموم تتضمن السيانيد و المعادن الثقيلة والأحماض و الزيوت البترولية و الشحوم البترولية . وهذه المواد عندما تكون بتركيزات صغيرة تمثل نوعا آخرا من عدم الملائمة، ففي هذه الحالة فإن الملوثات لا تؤثر ولا تتأثر بعملية المعالجة وإنما تمر من خلال المحطة دون تغيير ما عدا أنها تخضع إلى درجة ما من التمديد.

بالإضافة إلى الملوثات غير المتلائمة السابقة فإن هناك بعض المواد التي يحظر كليا دخولها إلى شبكة الصرف الصحي البلدي و هذه تتضمن :

المواد القابلة للاشتعال و الانفجار -النفايات الآكلة - المواد الصلبة أو اللزجة التي قد تسبب بعض الإنسدادات .

إن التصنيف النهائي للملوثات من حيث كونها متلائمة أو غير متلائمة يجب أن يعتمد على دراسة نظام الصرف البلدي المراد طرحها فيه. ونظم المعالجة الحديثة أو إقامة وحدات كيميائية -فيزيائية مستقلة عند محطات معالجة الصرف الصحي تتضمن ضبط pH و إضافة بعض الكيماويات التي من شأنها إزالة بعض المواد اللاعضوية، هذه الإجراءات يجب أخذها بعين الاعتبار عند تحديد التركيزات المقبولة من هذه

المـــــواد اللاعـــــضوية المـــــسموح بطرحهـــــا فـــــي تيـــــارات الـــــصرف .
وإن تصنيف النفايات كخطوة أولى في الدراسة الأولية من شأنه

أولا أن يساعد في إعداد لائحة للملوثات المتوقع مواجهتها في الصناعة و هـذه اللائحة هامة في إعداد المسح المصنعي. ثانيا فهو يساعد في اختيار نـوع عمليـات المعالجة .

وكوسيلة لحماية شبكات الصرف ، يمكن وضع نظام يحدد أنواع وتركيزات مياه الصرف الصناعي المسموح لها بصرفها علي شبكة الصرف العمومية ويقارن جدول 1-1 بين الحدود المثالية المختلفة لكل من الأكسجين الحيوي الممتص والمواد الـصلبة العالقة الكلية في مياه الصرف الصحي والصناعي كما يوضح جدول 1-2 مقارنـة بين القيم المختلفة للتركيز .

جدول 1-1

مصدر المخلفات	الأكسجين الحيوي الممتص (كجم / طن منتج) BOD	المواد الصلبة العالقة (كجم / طن منتج) TSS
الصرف الصحي	0.025 (كجم /يوم / شخص)	0.022(كجم /يوم/ شخص)
صناعة الألبان	5.3	2.2
صناعة النشا والجلوكوز	13.4	9.7
صناعة حفظ وتعليـب الفواكـة والخضروات	12.5	4.3
صناعة الخميرة	125	18.7
صناعة الورق واللب	130-4	26-12
صناعة الغزل والنسيج	315 -30	200-55
صناعة المشروبات	220-2.5	257-1.3
صناعة دباغة الجلود	86-48	155-85

جدول 1-2

مصدر المخلفات	الأس الهيدروجيني	المواد الصلبة العالقة (ملجم / لتر)	الأكسجين الحيوي الممتص (ملجم/ لتر)	الأكسجين الكيميائي المستهلك(ملجم / لتر)	المواد الذائبة الكلية (ملجم/ لتر)	زيوت وشحوم (ملجم / لتر)
الصرف الصحي	7	220	250	500	500	-
صناعة الأليان	4	12150	14000	21100	19000	320
صناعة الخميرة	5.3	540	2100	3400	3500	10
صناعة حفظ وتعليب الفواكة والخضروات	5.5	2200	800	1400	1270	94
صناعة الغزل والنسيج	6.5	1800	840	1500	17000	155
صناعة الورق واللب	8	1640	360	2300	1980	-
صناعة المشروبات	9	760	620	1150	1290	-
صناعة دباغة الجلود	10	2600	2370	4950	8500	115
صناعة تعليب الأسماك	11	565	890	2350	8218	290

ثانيا المسح الصناعي الإحصائي:

تختلف الملوثات والمخلفات الصناعية من مصنع إلي آخر حسب طبيعة كل صناعة ، إذ لا يوجد مصنعان لهما نفس مياه الصرف الملوثة و لكي نعرف المشاكل المتعلقة بالماء الملوث لابد من دراسة خاصة شاملة تفصيلية للمصنع .

والهدف الرئيسى لمسح مياه الصرف الملوثة هو الحصول على حقائق و معطيات ضرورية لتطوير برنامج إدارة متكامل للمخلفات، هذا البرنامج ينبغي أن يتضمن أكثر من نظام معالجة للنفايات، فهو يجب أن يبدأ بوضع إدارة مياه فعالة تقود إلى التوفير في صرف الماء و إلى التقليل من الماء الملوث الواجب معالجته ، إلي جانب إمكانية إعادة وتدوير كميات من مياه المصنع للإستفادة منها .

ومن هنا يمكن أن تكون البيانات المتعلقة بصناعات مشابهة ذات فائدة لأنها تقدم أرقاما للمقارنة .

من المعتاد أن تعتبر هذه الدراسة أن المصنع بكامله وحدة متكاملة. وزمن المسح يجب تحديده مسبقا و لكن يجب أن لا يقل هذا الزمن عن 24 ساعة. ويمكن أن يمتد إلى أكثر من 14 يوم أو يمكن أن يشمل فصلا كاملا. وخلال المسح يجب قياس كل تدفقات الماء الملوث و أخذ عينات من عدة نقاط منها. كما يجب تسجيل المعطيات المتعلقة بالإنتاج في فترة المسح . وأخيرا ففي مرحلة التخطيط للمسح يجب تدريب فريق المسح بحيث يعرف كل شخص مسؤولياته وواجباته و يحضر نفسه للقيام بها .

ثالثا الاختبارات المعملية

طرق التحليل الواجب إتباعها في تحليل المياه الملوثة الصناعية هي طرق موثقة ومحددة عيارية تحددها الجهات التشريعية في البلد مثل وزارة البيئة والتي تحدد بدقة الإختبارات المعملية الخاصة بكل صناعة خلال مراحل التصنيع المختلفة.

وإن التحليل يمكن أن يشمل بعض الاختبارات المعملية مثل *الاختبارات الفيزيائية* مثل اختبارات الترسيب لإزالة المواد الصلبة العالقة، تحديد الرقم الهيدروجيني pH لتعديل الماء الملوث، المواد الصلبة الكلية والمواد العالقة .

الاختبارات الكيميائية مثل الأكسجين الحيوي الممتص BOD ، الأكسجين الكيميائي المستهلك COD ، القلوية الكلية ، *واختبارات بكتريولوجية* لاختيار نظم المعالجة البيولوجية المناسبة وكذلك طرق التعقيم والتطهير .

واختبارات خاصة مثل المواد السامة والعناصر الثقيلة .

واختبارات على التحلل البيولوجي .....الخ. ويوضح جدول 1-3 أهم الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصناعي وغالبا ما تهتم المعالجة الثانوية القياسية لمياه

الصرف بالتخلص من المواد العضوية القابلة للتحلل والمواد العالقة والبكتريا الممرضة.

جدول 1-3 أهم الملوثات في مياه الصرف الصناعي

الملوث	أهميته
المواد الصلبة العالقة	وهي المواد التي تكون عالقة بذاتها داخل المياه سواء كانت عضوية أو غير عضوية ويؤدي كثرتها إلي زيادة ترسيب الحمأة، والي زيادة ترسيبات الحمأة وتكوين ظروف لاهوائية في البيئة المائية عند صرفها. والمواد العالقة بكثرة تعيق أنظمة الري في حالة استخدام المياه المعالجة في الري والزراعة، وفي بعض الحالات وجود تركيزات عالية من المواد العالقة أن تقلل من كفاءة تطهير وتعقيم المياه المعالجة وذلك لحجبها كثير من المواد الممرضة.
المواد المغذية (مواد الإثراء الغذائي)	وهي عناصر لازمة لنمو النبات والحيوان وكثير من الكائنات الدقيقة تحتاج المغذيات في نموها وتكاثرها ولو بنسب ضئيلة . من أهمها النتروجين والفسفور والتي عند وصولها للبيئة المائية كالأنهار والبحيرات تؤدي إلي نمو الطحالب غير المرغوب فيها، وأيضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالأسماك نتيجة للاختناق ، ولو تسربت للأرض تسبب تلوثا للمياه الجوفية .
الملوثات ذات الأهمية القصوي	وهي مركبات عضوية وغير عضوية تم اختيارها علي أساس كونها (أو الشك في كونها) مواد مسرطنة أو تسبب تشوهات خلقية أو تغير في الجينات او ذات سمية عالية ، وتوجد هذه المواد بكثرة في مياه الصرف ومن أمثلتها مركبات الكلورامين والترايهالوميثان .
المواد العضوية صعبة التحلل	وهي مواد لها القدرة علي مقاومة طرق المعالجة التقليدية ويصعب تحللها بيولوجيا مثل المنظفات الصناعية والفينول والمبيدات الزراعية ولبعض أنواع المطهرات .

المعادن الثقيلة	تأتي العناصر الثقيلة لمياه الصرف الصناعي عن طريق المصانع خلال صرفها الصناعي وهي تسبب سمية شديدة وتلوثا كبيرا وذلك في حالة إعادة استخدام المياه المحتوية علي تركيزات معينة منها ، ولذلك ينصح بعدم استخدام المياه المحتوية علي العناصر الثقيلة في الري والزراعة قبل ازالتها والتخلص منها تماما . ومن أمثلة العناصر الثقيلة الرصاص والزئبق والكادميوم والنيكل والحديد والنحاس والكروم
الأملاح الغير العضوية الذائبة	مثل الصوديم والكبريتات وتصل إلي مياه الصرف نتيجة استخدام المياه المحتوية علي تلك العناصر كبعض المنظفات الصناعية والصابون والمطهرات الصناعية ، وعند إعادة استخدام هذه المياه يجب إزالة هذه المواد .

طرق صناعية لمعالجة التلوث أو الحد منه:

وتشمل الطرق الآتية

أ- الحد من التلوث ضمن المعمل :

ب- معالجة التلوث :

أ- الحد من التلوث ضمن المعمل :

الخطوة المنطقية الأولى في حل مشكلة التلوث هي منع التلوث من مصدره ، أي إلغاء تشكل وتكون الملوثات بدلا من معالجتها . وإذ لم يكن ممكنا القضاء على التلوث بشكل كامل فمن المفيد التقليل من حجمه و شدته إلى أقصى حد ممكن .إذن فيجب أن يكون من أولى أهداف مسح تلوث الماء الإشارة إلى إمكانات الحد من التلوث داخل المعمل. وهذا الحد من التلوث داخل المعمل يمكن تحقيقه بإجراء تعديلات على العمليات التصنيعية ،بتحسين المواد الخام ، باستيراد المواد المناسبة ، وتجميع النفايات. كما يجب قبل كل شئ اعتبار الماء مادة خام و أن الماء الملوث هو ناتج ثانوي لعملية التصنيع. وإذا تم تقبل هذه الحقائق فمن المنطقي عندئذ تطبيق مبادئ ضبط الجودة على إنتاج الماء الملوث .

ويتم القيام بكثير من الاختبارات المعملية علي مياه الصرف الصناعي الخام، ثم القيام ببعض التجارب لتقليل نسبة الملوثات ومن ثم الخروج ببعض النتائج الهامة التي يمكن تطبيقها علي المستوي الصناعي الكبير للمصنع .

ب- معالجة التلوث :

تتنوع طرق معالجة التلوث تنوعا كبيرا، وهذه التقنيات تتضمن عمليات تستخدم لمعالجة الصرف الصحي بالإضافة إلى التقنيات الخاصة بكل صناعة و يعتمد اختبار إجراء المعالجة -أو سلسلة الإجراءات -على نوع التلوث المراد إزالته وعلى درجة الإزالة . وهناك عوامل أخرى يجب أخذها بعين الاعتبار مثل كمية المياه الملوثة المراد معالجتها ، وتركيزات الملوثات في الماء ، والتغيرات التي تطرأ على كمية الماء والتركيزات ،.. المناخ.... الخ فالمبادئ العامة للمعالجة يمكن تلخيصها بأربعة مواضيع هي - المعالجة الفيزيائية -المعالجة البيولوجية - المعالجة الكيميائية - المعالجة المتقدمة - و تقنيات متنوعة .

ومن المهم جدا معرفة الخواص العامة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه الصرف الصناعي .

1-1-1الخواص الفيزيائية

وتشمل الخواص الخمسة الآتية :-

ا - المواد الصلبة الكلية Total Solids

ب - الحرارة Temperature

ج - الروائح Odors

د - اللون Color

هـ - العكارة Turbidity

المواد الصلبة الكلية Total Solids

علميا تعرف المواد الصلبة الكلية في مياه الصرف علي أنها كل المواد التي تتبقي بعد التبخير عند درجة حرارة 103 - 105 مئوية .أما المواد التي لها ضغط بخاري مرتفع فإنها سوف تفقد في عملية التبخير عند هذه الدرجة وبالتالي لا تعتبر مواد صلبة.

وتعرف المواد الصلبة القابلة للترسيب علي أنها المواد التي تترسب في قاع إناء علي شكل مخروطي (يسمي قمع أو مخروط امهوف) في خلال زمن قدره 60 دقيقة وتقاس بالمليليتر لكل لتر وهي تقريبا مقياس لكمية الحمأة التي سوف تنفصل بالترسيب الأولي والتي تعرف بالحمأة الابتدائية .

ويمكن تقسيم المواد الصلبة الكلية أو المتبقية بعد التبخير الـي مـواد لا يمكـن ترشيحها (عالقة) أو مواد يمكن ترشيحها وذلك بتمرير حجم معلوم من السائل خلال مرشح (فلتر) .

ويحتوي الجزء القابل للترشيح من المواد الصلبة علي مواد رغوية ومواد صـلبة مذابة ، ويحتوي جزء المواد الرغوية علي جزيئات بحجم 0.001 إلي 1 ميكروميتر. أما المواد الصلبة المذابة فتحتوي علي جزيئات من مواد عضوية ومواد غير عضوية وأيونات ذائبة في المياه . وبشكل عام لا يمكن فصل المواد الرغوية بالترسيب، لذلك يجب استعمال أما الأكسدة البيولوجية أو يتبعها مرحلة الترسيب لترويق المياه .

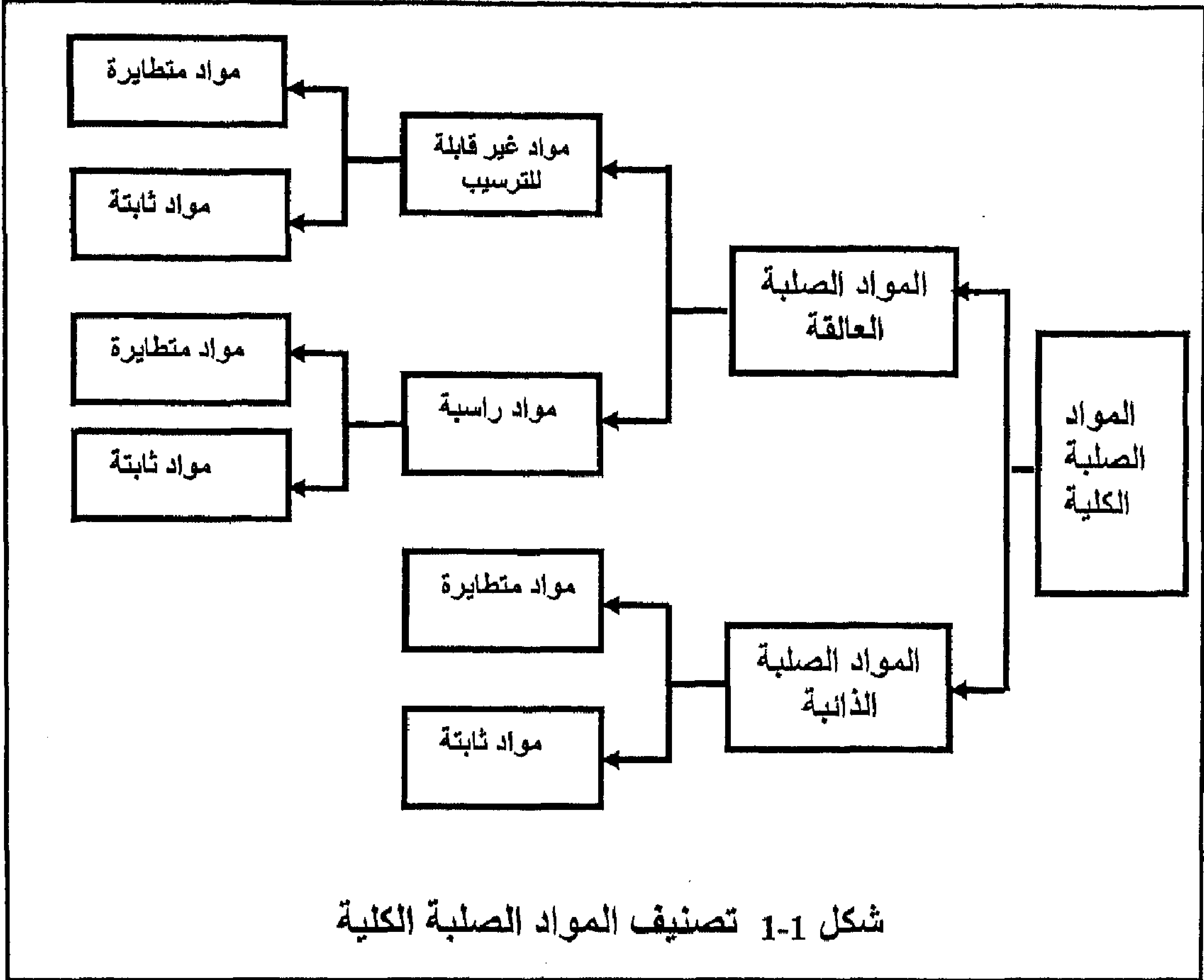
وتتواجد المواد الصلبة العالقة في مياه الصرف الصناعي بكميات كبيرة في ميـاه الصرف الصناعي لعدة صناعات مثل صناعات المعلبات والصناعات الورقية حيـث يتم حجزها بمصافي خاصة أو ترسيبها في وحدات المعالجة .

وتسمي المواد الصلبة التي تزال بالترسيب وتفصل عن ميـاه الغـسيل بالحمـأة (الرواسب الصلبة) حيث تضخ بعد ذلك إلي أحواض تجفيف أو تصفي لإزالة المـاء منها .

ويمكن تقسيم المواد الصلبة تقسيما آخرا طبقا لدرجة تطايرها عند درجـة 550 مئوية حيث يتأكسد الجزء العضوي عند هذه الدرجة ويتحول إلي غاز ويتطاير، بينما يبقي الجزء الغير العضوي (الخامل) كرماد ، وبذلك يمكن أن نطلق علـي المـواد الصلبة مصطلح المواد "الصلبة العالقة المتطايرة" و"المواد الصلبة العالقة الثابتة" علي كل من المحتوي العضوي والغير العضوي (المعدني) للمواد العالقة علي الترتيب .

ويتم إجراء تحليل للمواد الصلبة المتطايرة علي الحمأة لقياس الثبات البيولـوجي لها.

والشكل الآتي يبين تصنيف المواد الصلبة الكلية .



شكل 1-1 تصنيف المواد الصلبة الكلية

ب - الحرارة **Temperature**

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عمليات المعالجة وذلك لتأثيرها علي التفاعلات الكيميائية وسرعتها ، وكذلك تؤثر علي الأحياء المائية، وعلي مدي ملاءمة المياه للاستخدامات المفيدة .

فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدي إلي اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلة لمياه الصرف الصناعي ، وقد يؤدي أيضا إلي ظهور ونمو أنواع أخري من الكائنات الحية سواء الدقيقة أو المائية لتغير الظروف البيئية بتأثير الحرارة . ولذلك فان العديد من المنشآت الصناعية تولي اهتماما بالغا بدرجة حرارة المياه السطحية التي تستخدم في عمليات التبريد .

ودرجة الحرارة لها تأثير واضح علي نشاط البكتريا سواء الهوائية أو اللاهوائية ، فزيادة الحرارة تزيد من النشاط البكتيري وذلك إلي درجة حرارة معينة يأخذ بعدها النشاط البكتيري في التناقص والهبوط .

وبالتالي فان ارتفاع درجة الحرارة يسهم في الإسراع بتحلل وتكسير المواد الصلبة ، وتزداد كمية الأجسام الدقيقة الصغيرة المتحللة والتي تكون معلقة داخل المياه، والتي بدورها تصبح أكثر عكارة في لونها .

بالإضافة إلي ما سبق فإن الأكسجين أقل ذوبان في المياه الدافئة عن المياه الباردة ولذلك فانه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في أشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيوكيميائية مصاحبا لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية مما قد يؤدي إلي نفاذ حاد واستنزاف لتركيز الأكسجين الذائب ، وقد تتزايد هذه التأثيرات الخطيرة عند زيادة كمية المياه الساخنة التي يتم صرفها علي المسطحات المائية ، مع ملاحظة انه عند حدوث تغير مفاجئ لدرجة الحرارة قد ينتج ارتفاع معدل موت بعض الأحياء المائية ، كما أن الارتفاع الغير طبيعي لدرجة الحرارة قد يؤدي إلي ازدياد نمو بعض النباتات المائية الغير مرغوب فيها ونمو بعض الفطريات .

ج – الروائح Odors

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلي مياه الصرف، وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي علي مركبات ذات رائحة أو علي مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة .

والجدول التالي جدول 1-4 يبين بعض الصناعات ومصادر الروائح غير المرغوب فيها المتولدة منها .

جدول 1-4

الصناعة	مصدر الروائح
صناعات الاسمنت	مواد الاكرولين – المركبات الامينية – المركبات الكبريتية – كبريتيد الهيدروجين – ثاني اكسيد الكبريت ...... الخ
الصناعات الدوائية	المواد الناتجة عن التخمر
الصناعات الغذائية	المواد الناتجة عن التخمر
الصناعات الغذائية(الأسماك)	المواد الناتجة عن التخمر– الامينات – الكبريتيدات– – المواد المحتوية علي كبريت
صناعة المطاط	الكبريتيدات – المواد المحتوية علي كبريت
الصناعات النسيجية	المواد الفينولية – الأصباغ
صناعات الورق	كبريتيد الهيدروجين – ثاني أكسيد الكبريت
صناعة الأسمدة العضوية	الامونيا – المركبات الكبريتية

د - اللون Color

يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقا لنوع الصناعة القائمة، ولذلك فانه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون . ولا يمكن لطرق المعالجة التقليدية إزالة اللون وذلك لأن أغلب المواد الملونة تكون في الحالة الذائبة ، ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة المنشطة والمرشحات الرملية إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة وفي بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلي عمليات الأكسدة الكيميائية وعمليات الامتزاز الكربوني .

ومن أشهر الصناعات المنتجة للألوان الصناعية الصناعات النسيجية وصناعات الصباغة والتجهيز وبعض الصناعات الزجاجية

هـ - العكارة Turbidity

العكارة هى مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. وعموما فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة فى المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها.

وغالبا تقاس العكارة للمياه المعالجة الناتجة (مياه المخرج) كاختبار سريع لجودة المياه المعالجة ومدي احتوائها علي مواد عالقة .

1-1-2 الخواص الكيميائية

وأهمها الخواص الست الآتية :-

- المواد العضوية Organic Matter
- الزيوت والشحوم والدهون Oils، Grease and Fats
- المنظفات الصناعية Detergents
- الفينولات Phenols
- المركبات العضوية المتطايرة Volatile Organic Compounds
- المبيدات والكيماويات الزراعية Pesticides and Agriculture Chemicals

ا - المواد العضوية Organic Matter

تتكون المواد العضوية من خليط من الكربون والهيدروجين والأكسجين وفى بعض الأحيان النيتروجين، هذا بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت والفسفور والحديد.

ومن أمثلة المواد العضوية المتواجدة بكثرة في مياه الصرف المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون والزيوت

والمواد العضوية بالإضافة إلي كثير من الكائنات الدقيقة والتي هي في طبيعتها مواد عضوية.

و يمكن تقسيم المواد العضوية من حيث قابليتها للتحلل إلي:-

1. مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيا وهي المواد التي يمكن تكسيرها وتحللها بفعل الكائنات الحية الدقيقة .

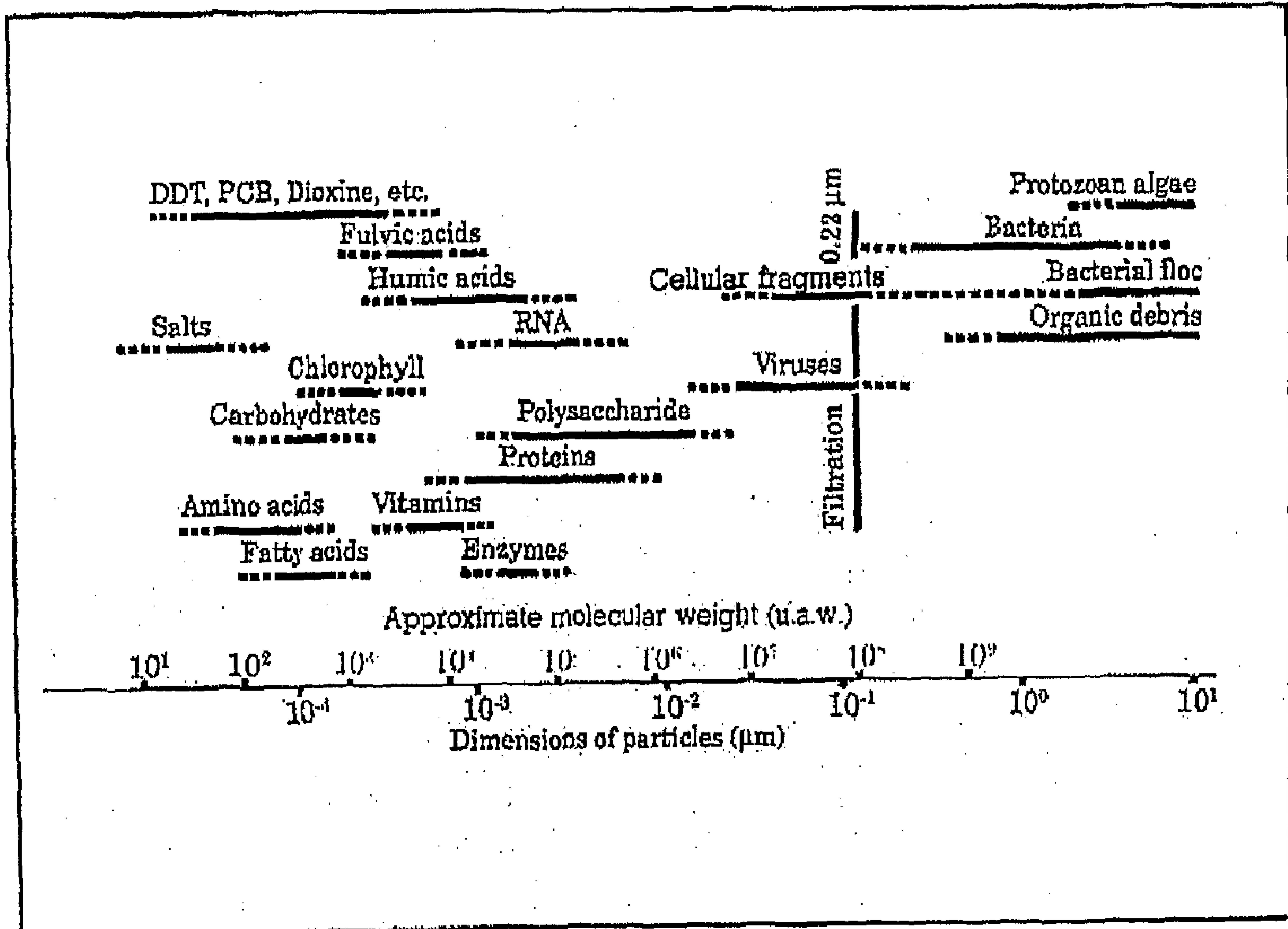
والي 2. مواد عضوية غير قابلة للتحلل بيولوجيا وهي التي لا تتحلل بفعل الكائنات الحية الدقيقة ولكن قد تتحلل بفعل بعض الكيماويات المؤكسدة القوية

والي 3. مواد عضوية غير قابلة للتحلل إطلاقا .

وقد تحتوى مياه الصرف الصناعى على كميات قليلة من جزيئات عضوية مخلقة والتي يتباين تركيبها الكيميائي تباينا كبيرا مثل المواد الخافضة للتوتر السطحي (المنظفات الصناعية) والملوثات العضوية الرئيسية والمركبات العضوية المتطايرة

والمبيدات الزراعية ، وقد أدى وجود هذه المركبات إلى تعقيدات عديدة لعمليات معالجة مياه الصرف الصناعي لأن أغلب هذه المركبات لا تتحلل بيولوجيا أو تتحلل ببطء شديد.

والشكل التالى شكل 1-2 يعطي أمثلة للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي



Example of Organic Substances in Municipal Wastewater

شكل 1-2 امثلة للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي

ب- الزيوت والشحوم والدهون Greases and Fats، Oils

تعتبر الدهون من أكثر المواد العضوية ثباتا حيث أنها لا تتحلل بسهولة بفعل البكتيريا(تحللها يحتاج إلي أنزيمات خاصة). ويصل الكيروسين وزيوت التشحيم إلى الصرف عن طريق الورش والجراجات حيث يطفو على سطح مياه الصرف ويتبقى جزء ضئيل منه فى صورة مواد راسبة تتجمع مع الحمأة. هذا وتسبب الزيوت المعدنية مشاكل فى الصيانة نتيجة لتغطيتها للأسطح. وإذا لم تتم إزالة الشحوم قبل صرف المياه إلى البيئة الخارجية، فإنها قد تؤثر عكسيا على الحياة البيولوجية فى المياه

السطحية مسببة طبقة من المواد الطافية غير المرئية. وتعتبر الزيوت والشحوم مـادة اختبار لتحديد مكونات المواد الهيدروكاربونية الموجودة بمياه الصرف الصناعى. وهذه الإختبارات تتضمن شحوم وزيوت حرة و شحوم وزيوت مستحلبة. وباستخدام هـذه الإختبارات سيتم تحديد طبيعة المعالجة المطلوبة. ويتم إزالة الزيوت والشحوم الحـرة بالطفو أو الكشط باستخدام جهاز فصل الزيوت بالجاذبية فى حين يتم إزالة الزيـوت المستحلبة باستخدام نظام التعويم بالهواء الذائب (Dissolved Air Flotation) بعد التكسير الكيميائي للزيوت المستحلبة قبل دخول المياه إلي أحواض الترسيب الابتدائي .

وقد يصل جزء من الزيوت والدهون إلي أحواض الترسيب الابتدائي ويكـون طافيا علي سطح الحوض فيمكن كشطه وإزالته وتجميعه في غرفة الخبث والـتخلص منه بعد ذلك .

وفى كل الأحوال يجب إزالة الزيوت والشحوم قبل إجراء المعالجـة البيولوجيـة نظرا لان وجودها في أحواض التهوية قد يعوق عملية تبادل الأكـسجين بـين المـاء والهواء وقد يحدث انسداد في مواسير توزيع المياه وتوزيع الهواء .

ت- المنظفات الصناعية Detergents

المنظفات الصناعية هى المواد الخافضة للتوتر السطحي وهى عبارة عن جزيئات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهى تسبب الرغوة فى محطات معالجة مياه الصرف وفى المياه السطحية التى تصرف إليها وتتجمع جزيئات المنظفات فى الطبقة ما بين الهواء والماء، كذلك تتجمع هذه المركبات على سطح فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة ثابتة تفوق عملية المعالجة.

وتتسبب المنظفات الصناعية التي تتسرب أحيانا الي مياه الأنهار والبحيرات فـي إحداث تلوث شديد لهذه المياه ، فإذا كانت هذه المنظفات مـن النـوع غيـر الثابـت (منظفات ميسرة Soft Detergents) حيث يسهل أكسدتها والتخلص منهـا بواسـطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في هذه المسطحات المائية وتتحول إلي مواد بسيطة .

أما إذا كانت من النوع الثابت (منظفات عسرة Hard Detergents) فهي تقـاوم التحلل ولا تستطيع الكائنات الحية الدقيقة التخلص منها وتسبب كثيرا مـن الاضـرار البيئية لأن أثرها يبقي مدة طويلة .

ث- الفينولات Phenols

يعتبر الفينول وغيره من المركبات العضوية من المكونات الهامة فى المياه حيث يمكن أن يسبب مشاكل فى طعم مياه الشرب، خاصة عندما تكون المياه معقمة بالكلور. وتنتج مادة الفينول من العمليات الصناعية حيث تأخذ طريقها إلى المياه السطحية عند التخلص من مياه الصرف الصناعى. ويمكن إزالة الفينول بالأكسدة أثناء المعالجة البيولوجية وحتى تركيزات 500 ملجم/لتر.

وتعد صناعات الكوك والمبيدات ومبيدات الأعشاب والفطريات من الصناعات التي يتولد عن مخلفاتها مواد فينولية

فيتم التخلص من المواد الفينولية بالأكسدة بالمواد المؤكسدة او بالاوزون .

ج – المركبات العضوية المتطايرةVolatile Organic Compound

هي جزء من المواد العضوية وهي تمثل الجزء العضوي الذي يتحلل تماما متحولا إلي طاقة أو إلي كائنات حية جديدة وهذه المركبات لها نقطة غليان أقل من 100 درجة مئوية و/أو ضغط بخار أقل من 1 مم زئبق عند درجة حرارة 25 درجة مئوية.

عندما توضع المواد العضوية العالقة التي تم تجفيفها في درجة 103 مئوية في فرن حرق درجة حرارته 550 درجة مئوية، فإن جميع المواد العضوية تتطاير منها بالحرق، وكمية المواد المتطايرة تحسب بالمليجرام في اللتر .

وغالبا تمثل المواد العضوية المتطايرة من 70 إلي 80 % من وزن المواد العالقة الكلية، وتصل الي 60 % فقط في الحماءة الموجودة في أحواض الهضم اللاهوائي (أحواض التخمير) .

وتشمل المواد المتطايرة الأحماض العضوية المتطايرة مثل حمض الخليك وحمض الفورميك والغازات العضوية مثل الميثان والأمونيا وغاز كبريتيد الهيدروجين، وإن انسياب هذه المركبات فى المجارى أو فى محطات المعالجة قد تؤثر عكسيا على صحة العاملين بشبكات الصرف ومحطات المعالجة.

ح – المبيدات والكيماويات الزراعية

Pesticides and Agriculture Chemicals

تعتبر المركبات العضوية الموجودة فى المبيدات الحشرية والنباتية بالإضافة إلى الكيماويات الزراعية سامة بالنسبة لمعظم الكائنات الحية ويمكن اعتبارها مادة ملوثة مهمة فعالة في المياه المستقبلة للصرف.

وتتسرب بقايا المبيدات من الأرض الزراعية إلي مياه الصرف الزراعي ومن ثم قد تصل الي المسطحات المائية.

وتتميز المبيدات والكيماويات الزراعية بأنها مواد صعبة التحلل ولهذا قد تبقي في الأرض الزراعية مدة طويلة جدا.

ومصانع إنتاج المبيدات والكيماويات الزراعية قد تنتج كثيرا من المخلفات الصناعية التي تحتوي علي تركيزات عالية من المبيدات والكيماويات الزراعية ولهذا يجب معالجة مياه الصرف الصناعي جيدا للتخلص من المبيدات قبل صرفها إلي شبكة المجاري العامة مما قد يؤدي الي مشاكل في المعالجة لمياه الصرف الصحي.

مؤشرات المكونات العضوية:

• *الأكسجين الحيوى الممتص Biochemical Oxygen Demand (BOD_5):*

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الإستخدام فى مجال مياه الصرف الصناعي وعادة ما يتكون الأكسجين الحيوى الممتص بسبب المواد العضوية الرغوية والذائبة مما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية فى محطات المعالجة. ويلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوى الممتص الناتج من الزيادة فى المخلفات العضوية إلى زيادة النشاط البكتيرى والأكسجيني بالإضافة إلى زيادة فى قدرة وحدة المعالجة البيولوجية.

الجدول التالى جدول رقم 1-5 يعطي أمثلة لقيم الأكسجين الحيوي الممتص لانواع مختلفة من المخلفات السائلة

جدول رقم 1-5

المخلفات السائلة	قيم الأكسجين الحيوي الممتص مجم / لتر
مياه الصرف الصحي	100 –300 مجم / لتر
صناعة البيرة والخمور	100–1150 مجم / لتر
مخلفات دباغة الجلود	10000– 25000 مجم / لتر
مخلفات صناعة الورق	1250 – 27000 مجم / لتر
مخلفات صناعة الأدوية	150– 10000 مجم / لتر
صناعة رقائق البطاطس	200 – 4000 مجم / لتر
انتاج الوقود	700 – 6000 مجم / لتر
صناعة الأصواف	500 –1000 مجم / لتر

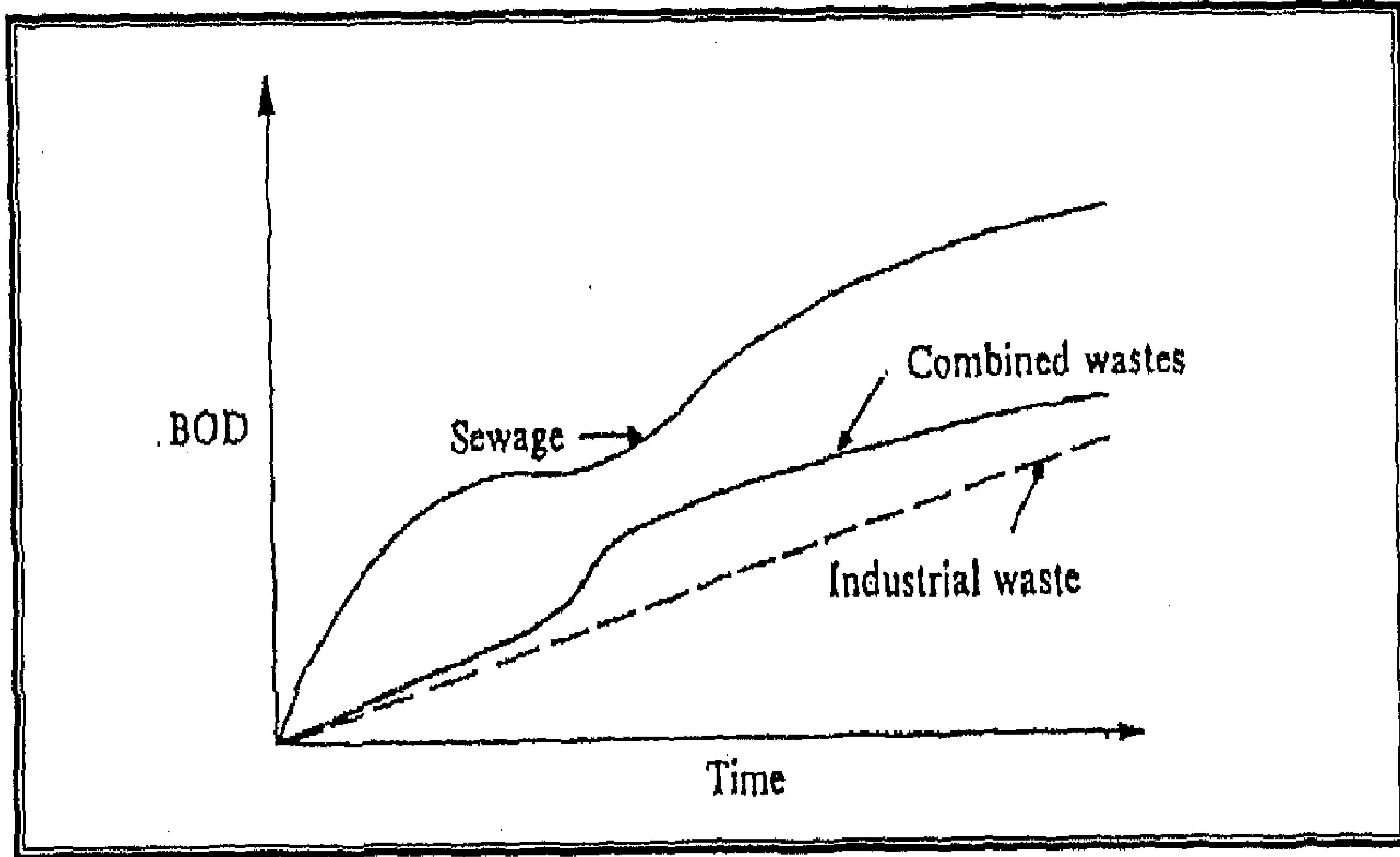
ويوضح الشكل البياني (2-2) إحدى التأثيرات المتوقعة من صرف المخلفات الصناعية السائلة على محطة معالجة للصرف الصحى. فى هذا المثال فإن معدل تحلل مياه الصرف الصناعى يأخذ منحنى ثابت فى حين أن المنحنى الممثل لمعدل التحلل للصرف الصحي يقل ويكون ثابتا لفترة ثم تبدأ بعدها عملية أكسدة المواد النيتروجينية. أما المنحنى الخاص بخليط الصرف الصناعى والصحي فإنه يوضح تأثير الصرف الصناعى على إبطاء عملية الأكسدة السريعة فى حالة الصرف الصحى.

ويتم تحديد الأكسجين الحيوى الممتص لقياس الأكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة فى عملية الأكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية. ولقياس الأكسجين الحيوى الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين فى زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط. يتم وضع الزجاجات فى حضانة لمدة خمسة أيام على درجة 20°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5) ويستخدم الفرق بين تركيز الأكسجين فى زجاجة التحكم والأكسجين المتبقي فى الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام فى حساب الأكسجين الحيوى الممتص مقدرا بـ مجم/لتر.

وتستخدم نتائج الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5) في الآتي:

- **تحديد كمية الأكسجين اللازمة للتثبيت البيولوجي للمادة العضوية الموجودة بمياه الصرف.**
- **تحديد قدرة محطات معالجة مياه الصرف.**

- قياس كفاءة بعض عمليات المعالجة.
- تحديد مدى التوافق مع الحدود القانونية للصرف الصناعي.



شكل (1-3): معدل استهلاك الأكسجين للصرف الصحى ولصرف صناعي معين بالإضافة إلى كليهما معا

الأسباب المؤدية لقصور اختبارات الأكسجين الحيوي الممتص:

- ارتفاع تركيز البكتيريا البادئة النشطة.
- الحاجة للمعالجة المبدئية عند التعامل مع المخلفات السامة كذلك خفض تأثيرات الكائنات.
- يتم قياس المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا فقط بهذه الطريقة.
- لا يوجد صلاحية للاختبار بعد استهلاك المواد العضوية الذائبة فى المياه.
- طول المدة (5 أيام) للحصول على النتائج.

الأكسجين الحيوي الممتص للمخلفات الصناعية

تحتاج المخلفات الصناعية التي تحتوي علي مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيا الي عناية خاصة عند اجراء تجربة قياس الأكسجين الحيوي الممتص لأن بعضها يحتاج إلي:-

- عملية معادلة لضبط قيمة الأس الهيدروجيني .

- إضافة كميات من الكائنات الدقيقة الحية لتنشيط التفاعلات البيولوجية.
- إجراء بعض التخفيفات بالمياه المقطرة لتخفيف أثر المواد السامة التي يمكن أن تتواجد بمياه الصرف الصناعي .

ويراعي أن تكون العينات المأخوذة لإجراء التجارب عليها ممثلة للمخلفات لأن العمليات الصناعية تختلف مع اختلاف طريقة التصنيع، والمواد الكيميائية التي تدخل في الصناعة، ومراحل العمليات المختلفة واستمرارية العمل علي مدار اليوم الكامل. ولهذا يفضل عينات مجمعة علي مدار يوم كامل تؤخذ علي فترات متساوية مثلا كل ساعة لمراعاة كافة المتغيرات .

وفي حالة وجود مواد سامة بالمخلفات الصناعية تحتاج إلي معالجة معينة قبل إجراء التجربة كالتخفيف بالمياه المقطرة، وفي حالة تداخل المواد السامة في نتائج التجربة أو وجودها بكميات كبيرة تستبدل التجربة بتجربة الأكسجين الكيميائي المستهلك .

وفي حالة اجراء تجارب الأكسجين الحيوي الممتص علي المخلفات الصناعية تحتاج غالبية هذه المخلفات إلي إضافة كميات مناسبة من الكائنات الحية الدقيقة من البكتريا والأوليات تناسب تحلل المكونات العضوية لهذه المخلفات، مع إضافة المغذيات كأملاح النتروجين والفوسفات وبعض العناصر الاخري كالكالسيوم والبوتاسيوم والحديد وهي عناصر النمو للكائنات الحية الدقيقة .

ويمكن الحصول علي الكائنات الحية الدقيقة من المياه المعالجة الناتجة من محطات معالجة مياه المجاري قبل تطهيرها ، أو عن طريق كمية من المجاري المنزلية تترك في إناء مكشوف لمدة يوم كامل في درجة حرارة الغرفة ويؤخذ كمية من المياه من السطح العلوي من الاناء .

ويمكن تحضير الكائنات الحية الدقيقة من خلال نموذج معملي لوحدة حمأة منشطة يتم تغذيتها بخليط من مياه المجاري والمخلفات الصناعية. وتضاف مياه المجاري التي تحتوي علي الكائنات الحية الدقيقة الي عينات التجارب بحيث يكون الأكسجين الحيوي المستهلك الناتج من هذه الإضافة مساويا (5 الي 10%) من الاكسجين الحيوي الممتص للعينة النهائية، وفي نهاية التجربة يمكن عمل تصحيح للزيادة الناتجة عن إضافة كمية المجاري التي تحتوي علي الكائنات الحية الدقيقة .

وعند إجراء التجارب علي مخلفات صناعية بها تركيز كبير من المواد العضوية يمكن عمل مجموعة تخفيفات متوالية للوصول لأفضل تخفيف حتي يمكن قياس عينات التجارب .

- **الأكسجين الكيميائى المستهلك**(COD) Chemical Oxygen Demand :

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية فى مياه الصرف الصناعي التى تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة فى مياه الصرف من خلال تفاعل مع خليط من حمضي الكبريتيك والكروميك فى درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر لـ (COD) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائى المستهلك.

وبشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائى المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين الحيوى الممتص لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائيا والبعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجيا، وبالنسبة لأنواع كثيرة من مياه الصرف فإنه من السهل الربط بين الأكسجين الكيميائى المستهلك والأكسجين الحيوى الممتص. وهذا يعتبر ذو فائدة لأن الأكسجين الكيميائى المستهلك يمكن تعيينه خلال 3 ساعات فقط بالمقارنة بالأكسجين الحيوى الممتص والذى يلزم لتقديره 5 أيام. وعندما تحدد العلاقة بينهما فإن قياسات الأكسجين الكيميائى المستهلك يمكن استخدامها كمؤشر لكفاءة عمليات التشغيل والتحكم فى محطات المعالجة.

وفى الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائى المستهلك إلى الأكسجين الحيوى الممتص 1.5 : 2 فى مياه الصرف الصناعى التى تحتوى على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (COD/BOD) أعلى من 3، فإنه يمكن اعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة فى العينة ليست بيولوجية التحلل. وفى بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة فى مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية والورقية.

العلاقة بين COD و BOD

لا توجد نسبة ثابتة بين الأكسجين الحيوي الممتص و الأكسجين الكيمائي المستهلك ويكون الأكسجين الكيميائي أكبر في القيمة من الأكسجين الحيوي لأن الأكسدة

الكيمائية تؤكسد وتحلل كل من المواد العضوية التي تتأكسد بالكائنات الحية والمواد العضوية التي لا تستطيع الكائنات الحية الدقيقة أكسدتها ، علاوة ان الأكسجين الحيوي الممتص يعبر عن الأكسجين الممتص في خمسة ايام .

ودلت كثير من الابحاث والدراسات علي مياه المخلفات السائلة ومياه الصرف الصناعي تحديدا ، أن الأكسجين الحيوي المستهلك يمثل ما بين 10 % إلي 80% من قيمة الأكسجين الكيمائي المستهلك وقد يصل إلي أكثر من 90% وهذا يعتمد علي مكونات المياه وطبيعة المواد العضوية الموجودة بها من حيث احتوائها علي مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيا أم لا، ونسبتها الي كل المواد العضوية الموجودة .

فالصناعات الغذائية مثلا يمكنها أن تحتوي علي أكثر من 90% أكسجين حيوي مستهلك ، بينما هناك بعض الصناعات الكيميائية لا تحتوي علي أكثر من 10% .

مثال (1) :-

احسب الأكسجين الحيوي الممتص عندما يضاف 15 مليليتر من مياه المجاري إلي 300 مل من المياه المقطرة محتوي علي بعض العناصر الغذائية اذا كان الاكسجين الذائب 8 مجم / لتر وبعد خمسة أيام أصبح 2 مجم / لتر .

الأكسجين الذائب الاولي D1 8 مجم / لتر

الأكسجين الذائب وبعد خمسة أيام D2 2 مجم / لتر

معامل التخفيف = 300/15 = 100/5= 0.05

الأكسجين الحيوي الممتص في خمسة أيام = 8-2/0.5 = 120 مجم / لتر

ب. المواد غير العضوية:

إن العديد من المؤشرات الغير عضوية لمياه الصرف تشكل أهمية لوضع والتحكم فى معايير نوعية مياه الصرف. ويجب معالجة مياه الصرف الصناعى لإزالة المكونات الغير عضوية التى تضاف أثناء استخدام المياه. و تزداد تركيزات المكونات الغير عضوية بسبب عملية التبخير الطبيعية والتى تتخلص من بعض المياه السطحية تاركة المواد الغير عضوية فى مياه الصرف.

وتشمل المواد غير العضوية كثير من الاملاح المعدنية والرمل والعناصر الثقيلة .

- **رقم الأس الهيدروجيني pH value**

هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في سائل ما ، وهو تعبير علي تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول أي مقياس الحموضة والقلوية ، وهذه القيمة تبدأ من صفر الي 14 .

إن تركيز الأيون الهيدروجينى يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحرجا. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجينى الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، وبالتالى إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على (pH) فى المياه الطبيعية.

والقيمة المنخفضة للأس الهيدروجيني أي أقل من 6.5 يمكنها أن تؤثر علي المعدات الميكانيكية لمحطات الصرف الصحي كما أنه يمكن أن تسبب تآكلا في شبكة المجاري نفسها .

وفي مشروعات معالجة مياه الصرف الصحي ببحيرات الأكسدة نلاحظ أنه في خلال ساعات النهار ترتفع قيم الأس الهيدروجيني إلي قيم تقترب من 9.2 وذلك لنشاط الطحالب نهارا واستهلاكها ثاني أكسيد الكربون المنتج من البكتريا واطلاقها الأكسجين(عملية البناء الضوئي) ، بينما في خلال ساعات الليل تنخفض القيمة لتصل الي 5.5 وذلك لتوقف نشاط الطحالب لغياب الضوء وتبدأ في التنفس فقط مثل البكتريا باطلاق كميات من ثاني اكسيد الكربون دون استهلاك كبير لها مما يؤدي لحامضية الوسط المائي .

كما أن جرعات الكلور الزائدة المستخدمة في تطهير مياه الصرف المعالجة تؤدي الي انخفاض قيمة الأس الهيدروجيني لتكون حامض الهيبوكلورس .

كما يعطي الأس الهيدروجيني دليلا سريعا علي ورود مياه صرف صناعي الي محطات الصرف الصحي ، حيث ان الصرف الصناعي يحتوي علي كثير من المواد الكيميائية التي تؤدي الي تغير سريع وحاد في قيمة الاس الهيدروجيني ، ولهذا فان قياس الاس الهيدروجيني بصفة مستمرة ودقيقة لمياه المدخل يمكنه أن يسرع تقليل الاثر السيئ لمياه الصرف الصناعي ويعطي المشغلين فرصة لاتخاذ اللازم قبل وصولها إلي أحواض التهوية .

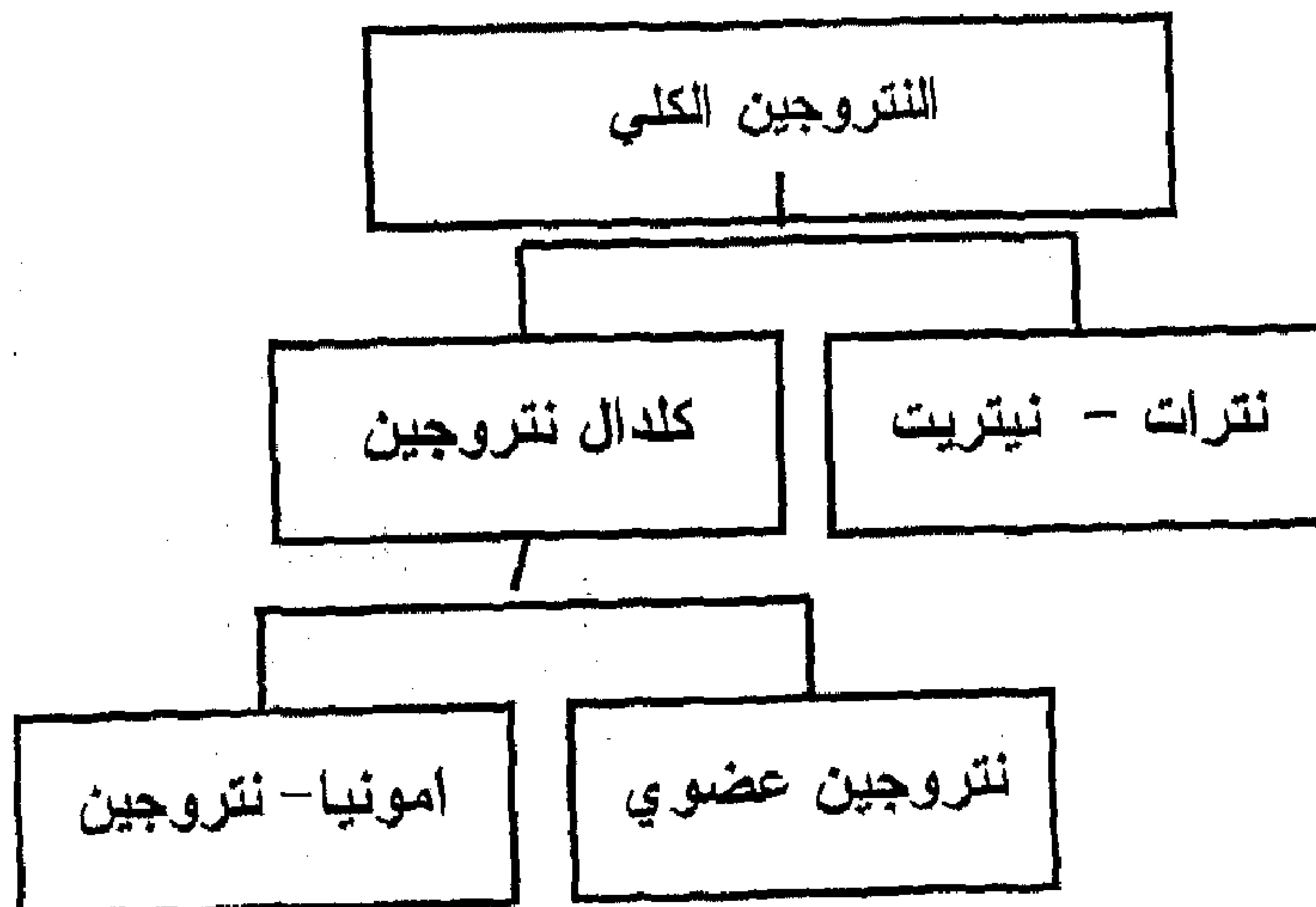
- **القاعدية *(Alkalinity)* :**

تنتج القاعدية من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات مثل الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والأمونيا ويعتبركل من الكالسيوم والمغنيسيوم هما الأكثر انتشارا. ويمكن اعتبار البورات والسيليكات والفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القاعدية. ويساعد وجود القاعدية في مياه الصرف على مواجهة التغيرات فى الأس الهيدروجيني الناتجة عن إضافة الأحماض. ويشكل تركيز القاعدية فى مياه الصرف أهمية من حيث التأثير على المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات كذلك إزالة الأمونيا باستخدام طبقات الهواء.

- **النيتروجين *Nitrogen*:**

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس فى سلسلة البروتين، فإن بيانات النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. وإن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. ولكى يتم التحكم فى نمو الطحالب فى المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين فى مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل النيتروجين الكلى – والمستخدم كمؤشر شائع – على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنيتريت واليوريا والنيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات).

والمخطط الآتى يبين تقسيم النتروجين الموجود في مياه الصرف .



شكل 1-4 النتروجين الموجود في مياه الصرف

Phosphorous: ***الفسفور***

يعتبر الفوسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكـون الفسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحماءة وتعـد طـرق التخلص منه وإزالته من الأهداف الهامة لعمليات المعالجة .

و يعد الفسفور أحد المغذيات الهامة اللازمة لنمو وتكاثر البكتريا، والحماءة لـذلك فهو عنصر هام للمعالجة البيولوجية ويؤدي نقصه في مياه الصرف الصحي، وخاصة نسبته الي النتروجين والي الاكسجين الحيوي المستهلك الي حدوث مشاكل في عمليات تشغيل العمليات البيولوجية وخاصة الحماءة المنشطة .

(نسبة النتروجين والفسفور الي الأكسجين الحيوي المستهلك لابـد ان تكـون 5 نتروجين: 1 فسفور لكل 100 اكسجين حيوي مستهلك (BOD : N : P 100 : 5 : 1)

وقد يصنف الفسفور بنوعين مهمين: الفسفور الجيد وهو الفسفور المكون للـسماد الزراعي ومخصبات التربة، والفسفور غير الجيد وهو الفسفور المسبب لنمو الطحالب في المجاري المائية .

وبالنسبة لمياه الصرف الصحي يوجد الفسفور في مياه الصرف الصحي غالبـا علي هيئة ثلاث صور وهي

1. **علي هيئة اورثوفوسفات**
2. **علي هيئة عديد الفوسفات**
3. **علي هيئة الفسفور المتحد بجزيئات عضوية .**

ويمثل عديد الفوسفات والفسفور العضوي حوالي 70% مـن كميـة الفـسفور الموجودة في مياه المجاري الخام ، وتستهلك الكائنات الحية الدقيقة الفسفور خلال بناء الخلايا الجديدة ونقل الطاقة ونتيجة لذلك فان 10 الـي 30% مـن الفـسفور الـداخل لوحدات المعالجة مع مياه المدخل تزال خلال عمليات المعالجة الثانوية البيولوجية .

وقد تفتقر في بعض الأحيان مياه الصرف الصناعي للفسفور فيجب اضافة كميات منه إذا أردنا معالجة هذه المياه بيولوجيا وقد يتم ذلك بخلط مياه الصرف الصناعي مع كميات من مياه الصرف الصحي الغنية بالفسفور.

وغالبا تتم إزالة الفسفور كيميائيا من مياه الصرف الصناعي الا أنه يمكننا في بعض أنواع الصرف ذو الطبيعة البيولوجية من إزالة الفسفور بيولوجيا .

- **الكبريت** Sulphur:

يتم اختزال الكبريتات حيويا تحت ظروف لاهوائية إلى الكبريتيد، والذى بدوره يمكن أن يرتبط بالهيدروجين ليكون كبريتيد الهيدروجين حيث يتصاعد هذا الغاز فى الهواء المحيط بمياه الصرف وكذلك يتجمع فى الشبكات فوق سطح المياه بالمواسير. ويمكن لغاز كبريتيد الهيدروجين المتراكم أن يتأكسد حيويا داخل الشبكات ويتحول إلى حامض كبريتيك والذى يسبب تآكل مواسير الحديد وكذلك المعدات.

- **المركبات السامة الغير عضوية**: Toxic Inorganic Compounds

بسبب السمية الناتجة عن هذه المواد، فإن بعض الكتيونات (الايونات الموجبة) تكون ذات أهمية فى المعالجة والتخلص من مياه الصرف. وقد تم تصنيف الكثير من هذه المركبات على أنها ملوثات ذات أولوية. ويعتبر الرصاص والحديد والفضة والكروم بالإضافة إلى البورون مواد سامة لها درجات متفاوتة من السمية على الكائنات الدقيقة لذلك يجب أخذها فى الاعتبار عند تصميم محطات المعالجة البيولوجية. وتعانى الكثير من محطات المعالجة بسبب وجود هذه الأيونات فى المياه حيث تسبب قتل الكائنات الدقيقة وبالتالى توقف المعالجة.

أما كتيونات البوتاسيوم والأمونيوم فإنها تعتبر سامة عند 4000 ملجم/لتر. أما السيانيد والكرومات والتى تعتبر أيونات سامة تظهر أيضا فى مياه الصرف الصناعى الناتجة عن طلاء المعادن ويجب إزالتها من البداية بالمعالجة الأولية فى المصنع بدلا من خلطها بالصرف الصحي. ويتواجد الفلوريد – وهو عنصر سام – بشكل شائع فى مياه الصرف الناتجة من صناعات الإلكترونيات. كذلك يمكن أن تحتوى مياه الصرف الصناعي أيضا على مواد عضوية سامة.

- **المعادن الثقيلة** Heavy metals:

تعتبر التركيزات الصغيرة لكثير من المعادن مثل النيكل والمنجنيز والرصاص والكروم والكادميوم والزنك والنحاس والحديد بالإضافة للزئبق مكونات ذات أهمية فى مياه الصرف الصناعى. كما أن وجود مثل هذه المعادن بكميات مرتفعة سوف تؤثر على استخدام المياه نظرا لسميتها. لذلك يفضل دائما أن يتم القياس والتحكم فى تركيز هذه المواد فى المياه.

وترجع أهمية التحكم وإزالة هذه المعادن الثقيلة في حالات صرف مياه الصرف الصناعي المعالجة علي الشبكة العمومية لمياه المجاري، فالمعادن الثقيلة تعد سامة جدا لمعظم الانظمة البيولوجية التي تستخدم لمعالجة مياه الصرف الصحي .

والترسيب الطبيعي يسهم في التخلص من حوالي 30 % من العناصر الثقيلة في مياه الصرف ، بينما الترسيب بالكيماويات مثل الجير مثلا يسهم في التخلص من حوالي 75 % منها .

3-1-1 الخواص البيولوجية:

بعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة وبعض الصناعات الغذائية . وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختبار نوع معين من الكائنات المؤشرة (القولونيات البرازية) . وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة.

وقد تتواجد معظم انواع الكائنات الحية الدقيقة كما في أنواع معينة من الصرف الصناعي لبعض الصناعات الغذائية او في حالات تجمع الصرف الصناعي مع الصرف الصحي في شبكة واحدة قبل محطة المعالجة .

ومن المهم جدا إجراء الاختبارات الميكرسكوبية لمعرفة أنواع الكائنات الحية الموجودة وكميتها وهل يوجد منها أنواع ممرضة فهذه الاختبارات تحدد الي حد مدي مدي الاحتياج لوحدات معالجة بيولوجية وايضا مدي الاحتياج لوحدات التطهير والتعقيم .

والكائنات الدقيقة لها أهميتها في عملية استرجاع واعادة بعض العناصر الهامة من مياه الصرف الصناعي فهناك بعض انواع البكتريا يتراكم ويتركز داخل هذه العناصر مما يمكننا من استعادتها مرة اخري والاستفادة منها .

وعموما فإن الكائنات الحية الدقيقة الاتية يمكن أن تتواجد في أنواع معينة من الصرف الصناعي

- البكتريا Bacteria
- الفطريات Fungi

- البرتوزوا والروتيفيرا Protozoa and Rotifers
- الطحالب Algae
- الديدان Worms

البكتريا Bacteria

تعد البكتريا من أهم الكائنات الدقيقة علي الاطلاق من حيث دورها في عملية المعالجة البيولوجية فعليها يقع العبء الأكبر في تكسير وأكسدة المواد العضوية . ولهذا فان دراستها بالتفصيل تعد من أساسيات فهم عملية المعالجة البيولوجية .

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية ، يتكاثر معظم انواعها بالانقسام الثنائي ، وبالرغم من ذلك هناك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي او بالتفرع .وحتي الان يوجد الاف الأنواع من البكتريا الموجودة في الطبيعة ، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاثة أنواع رئيسية تبعا لشكلها وهي الكروية والآسطوانية (العصوية الشكل) والحلزونية (اللولبية) ، وحجم البكتريا عموما يتراوح من 0.1 الي 10 ميكرون ، وتختلف البكتريا في الحجم من نوع لآخر ، فمثلا البكتريا الكروية الشكل يتراوح قطرها من 0.5 ميكرون الي 1 ميكرون ويتراوح عرضها من 0.5 ميكرون الي 1 ميكرون .

اما البكتريا الآسطوانية فيتراوح طولها من 1.5ميكرون الي 3 ميكرون وعرضها من 0.5 ميكرون الي 5.0 ميكرون بينما يبلغ طول البكتريا الحلزونية من 6.0 الـ15 ميكرون

الميكروميتر هو 1000000/1 من المتر (µm = 1/1000000 meter)

وتعد البكتريا من اكثر الكائنات الممرضة في مياه الصرف وذلك لأن أعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وانواعها بالالاف ، والبكتريا لهـا دور هـام واساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي .

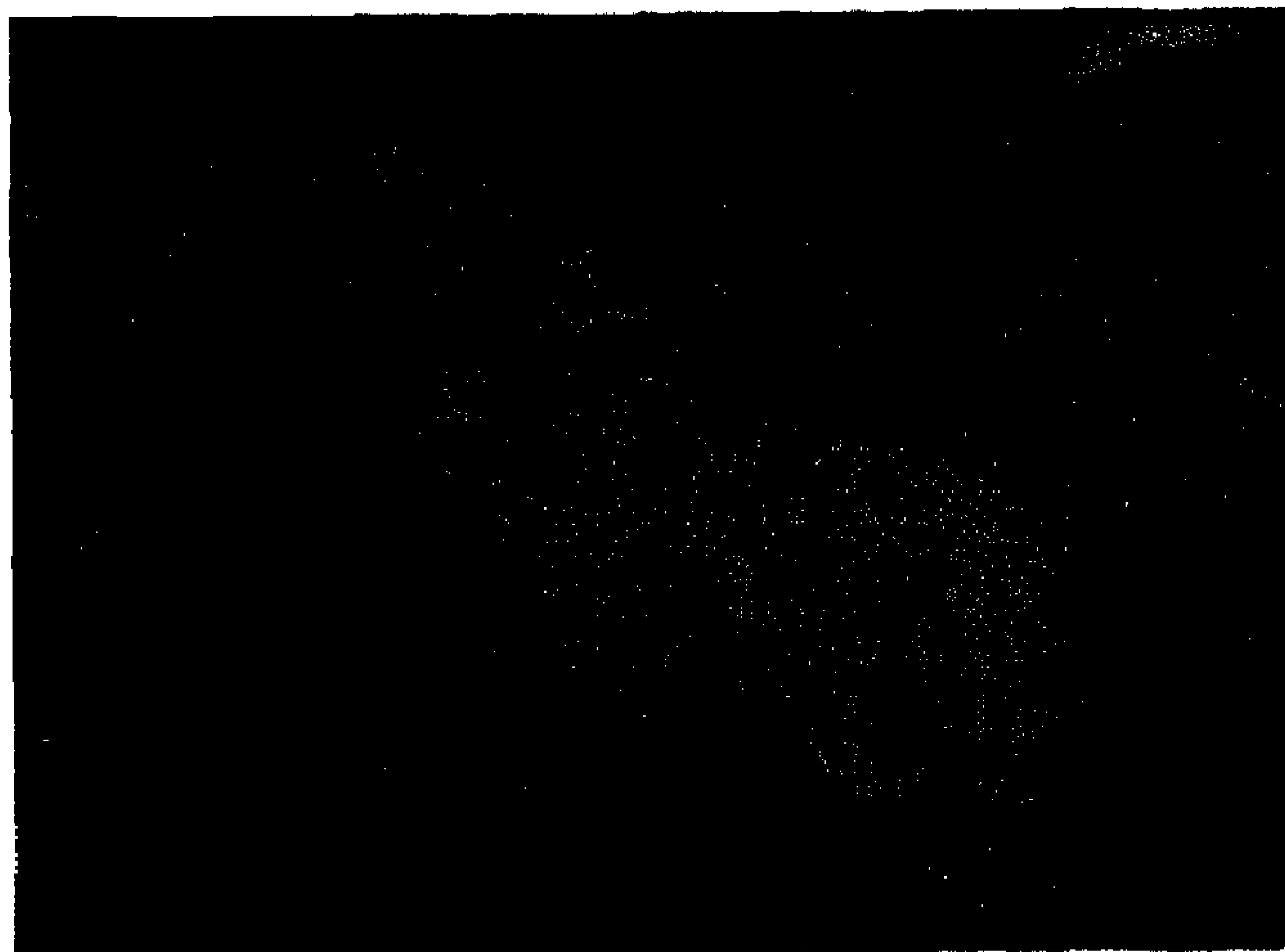
والاشكال الآتية لأنواع من البكتريا التي يمكن أن تتواجد في مياه الصرف



Escherichia coli



Pseudomonas sp.



Nitrobacter sp.

صور عديدة لانواع من البكتريا

الفطريات Fungi

الفطريات كائنات متعددة الخلايا وليست كائنات ضوئية (لا تحصل علي غذائها من عملية البناء الضوئي) وتتكاثر الفطريات بثلاث طرق بالتكاثر الجنسي او اللاجنسي (بالانقسام وبالتفرع) أو بالابواغ . والفطريات الحقيقية مثل المولدس true fungi or molds تنتج وحدات ميكرسكوبية تسمي الهيفا بينما الخمائر والفطريات لا تنتج هذه الوحدات لذا فهي وحيدة الخلية. ومعظم الفطريات كائنات هوائية تنشط وتنمو في وجود الأكسجين ولها القدرة علي العيش مع وجود نسبة رطوبة قليلة ، ويمكنها التغلب علي الظروف البيئية الصعبة مثل التغير في رقم الآس الهيدروجيني .

ورقم الآس الهيدروجيني المثالي لمعظم أنواع الفطريات هو 5.6 ، وبعض الفطريات يمكنها العيش في مدي الآس الهيدروجيني الذى يتراوح من رقم 2.0 حتي رقم 9.0.

وتحتاج الفطريات الي كميات قليلة من المواد النتروجينية حيث تبلغ احتياجاتها إلى نصف كمية احتياج البكتريا .

وللفطريات القدرة علي الحياه في رقم آس هيدروجيني منخفض و في تركيز منخفض للنيتروجين، وهذه القدرة مصاحبة لقدرتها علي تحليل وتفكيك السليولوز مما يجعلها ذات أهمية في معالجة مياه الصرف وخاصة مياه الصرف الصناعي وعمليات تكوين الكومبوست من المواد العضوية .

البروتوزوا والروتيفيرا Protozoa and Rotifers

البروتوزوا (الأوليات) كائنات اولية ميكرسكوبية لها القدرة علي الحركة، ومعظم البروتوزوا غير ذاتية التغذية وهوائية اي تنشط وتنمو في وجود الأكسجين ، علي الرغم من وجود انواع قليلة منها لاهوائية. والبرتوزوا كائنات أكبر في الحجم من البكتريا اذ يتراوح حجمها بين 10 الي 100 ميكرون وقد تستهلك البكتريا كمصدر من مصادر الطاقة والغذاء لها .وفي الواقع فان البرتوزوا تعمل كملمع ومروق للمياه الخارجة من محطات التنقية حيث تستهلك وتلتهم البكتريا السابحة وجزيئات المواد العضوية الدقيقة .

ومعظمها يتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط وهي لا يمكنها تمثيل كل عوامل النمو اللازمة لها لذلك فهي تعتمد علي البكتريا في امدادها بمعظم عناصر نموها

وتوجد الأوليات عموما في عمليات الحماءة المنشطة ، والمرشحات البيولوجية، وبحيرات الأكسدة .

ونورد أربعة أنواع رئيسية من البرتوزوا وهي كالاتي

Stalked Ciliates - Free swimming Ciliates - Mastigophora - Sarcodina

Sarcodina نوع من الطفيليات عبارة عن تركيب أميني خلوي يتحرك بالاقدام الكاذبة **Ciliates** هي كائنات متحركة عن طريق الاسواط كما تحتوي علي اهداب وهي شعيرات صغيرة حساسة تجمع بها الغذاء وهذه الأهداب تجعلها تتحرك بحركة حرة او بطريقة بسيطة تشبة نقل الخطي بحذر .

ومن أشهر أنواع البرتوزوا (الاوليات) الهدبية المنتشرة في مياه الصرف الصحي الانواع الاتية :-

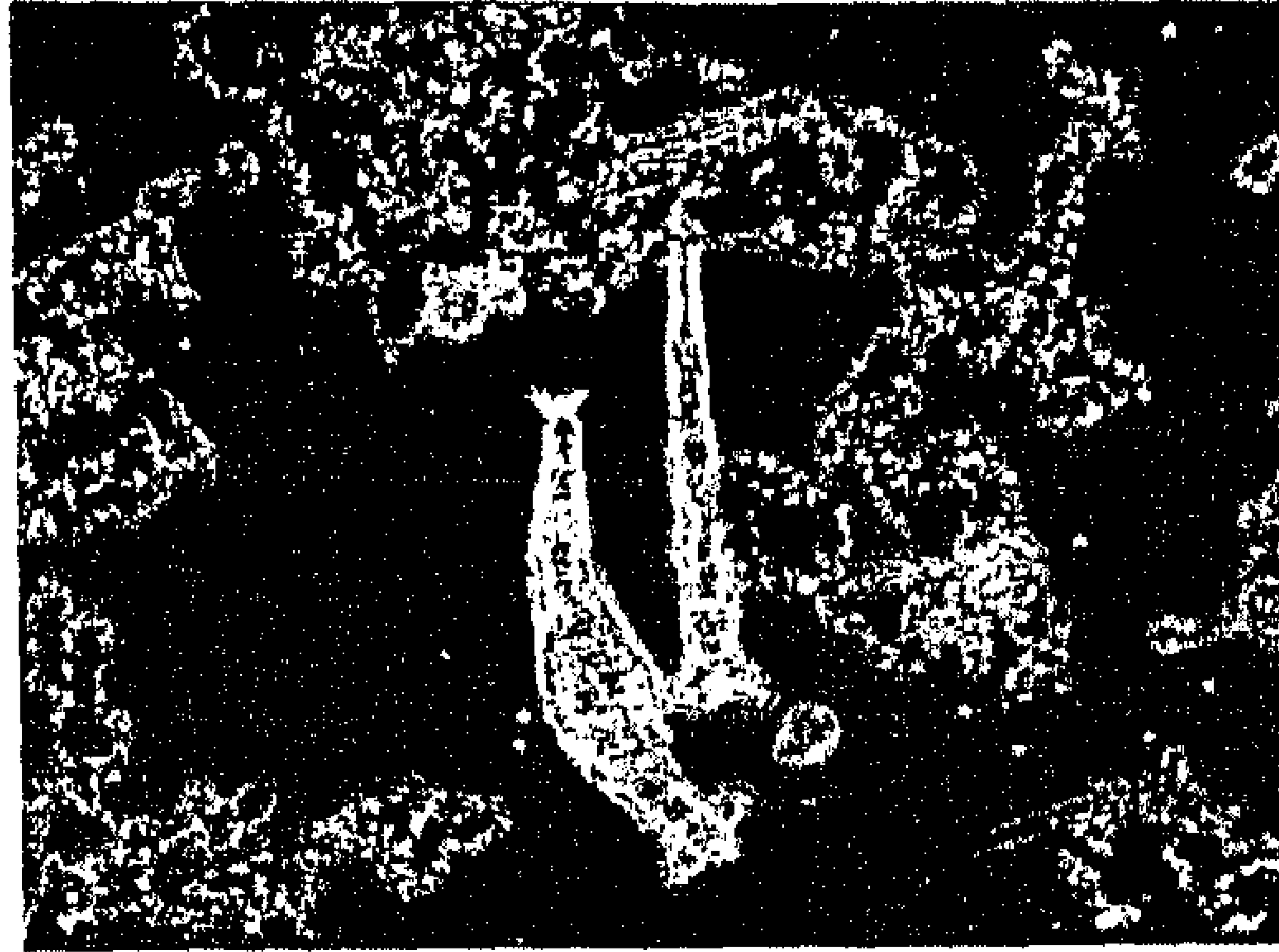
Aspidisca costata، Carchesium polypinum، Chilodonella uncinata، Opercularia coarcta and O. microdiscum، Trachelophyllum pusillum، Vorticella convallaria and V. microstoma.

أما الروتيفيرا فتتبع المملكة الحيوانية وهي كائنات دقيقة غير ذاتية التغذية هوائية ومتعددة الخلايا واسمها قد اشتق لوجود مجموعتين من الأهداب في رأسها ولهذا يمكن تسميتها الهدبيات وهذه الاهداب حرة الحركة و تدور حول نفسها مما يعطيها القدرة علي التحرك واصطياد الغذاء .

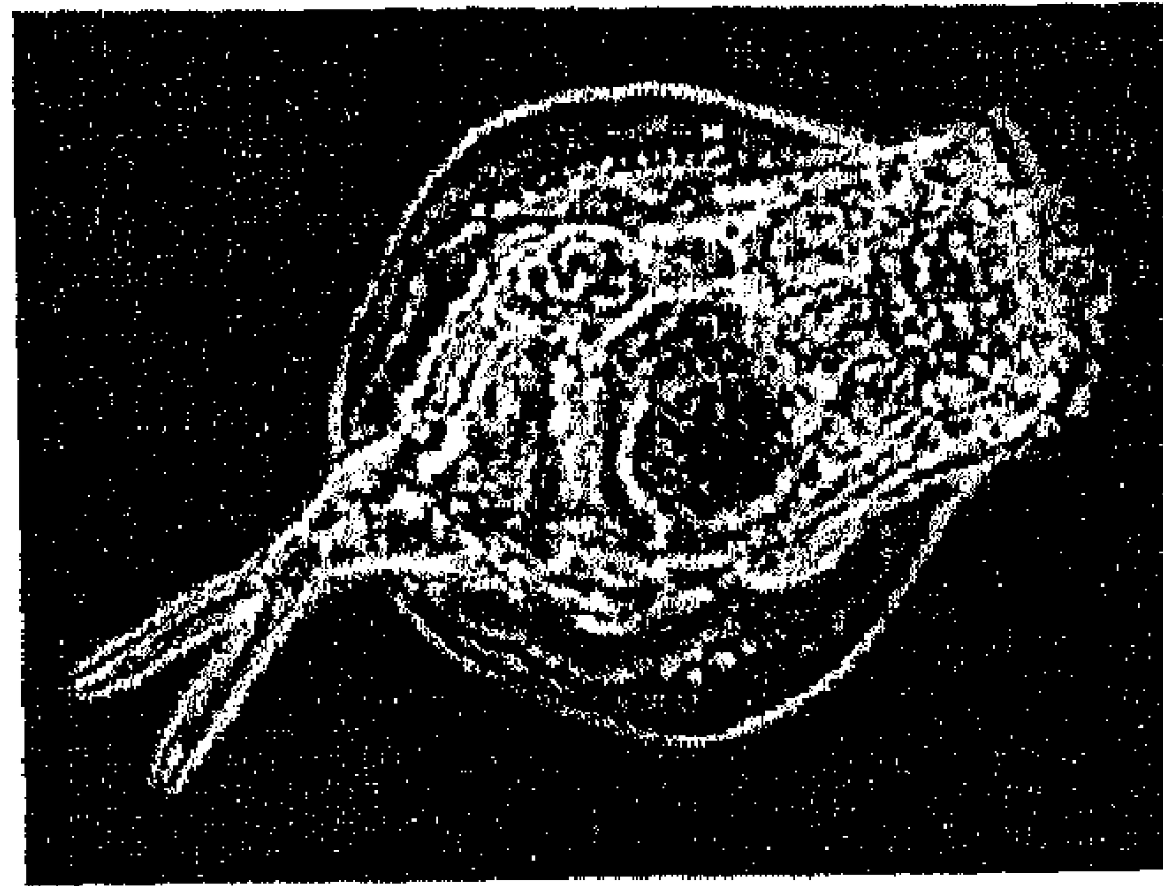
والروتيفيرا مستهلك جيد للبكتريا المنتشرة في المياه والمخلوط السائل بأحواض التهوية وايضا مستهلك جيد للبكتريا التي كونت الندف و تتغذي ايضا علي جزيئات المواد العضوية الدقيقة.

ووجود الروتيفيرا في المياه الخارجة من المعالجة دليل جيد علي معالجة بيولوجية ممتازة وخاصة المعالجة الهوائية .

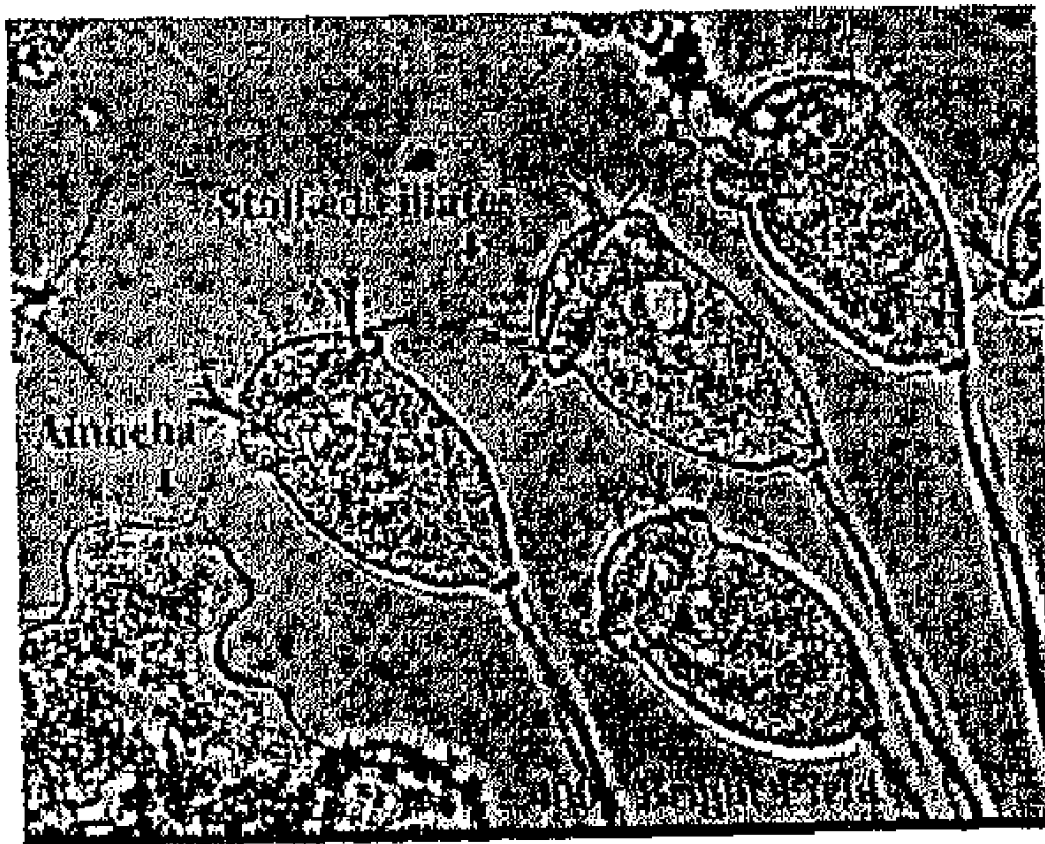
وعموما فإن البروتوزوا والروتيفيرا تزيلان وتخلصان المياه الخارجة من البكتريا الحرة السابحة والبكتريا التي لا تترسب بسهولة مما يؤكد دورهما في عملية التنقية وتخفيض عدد البكتريا الممرضة الضارة .

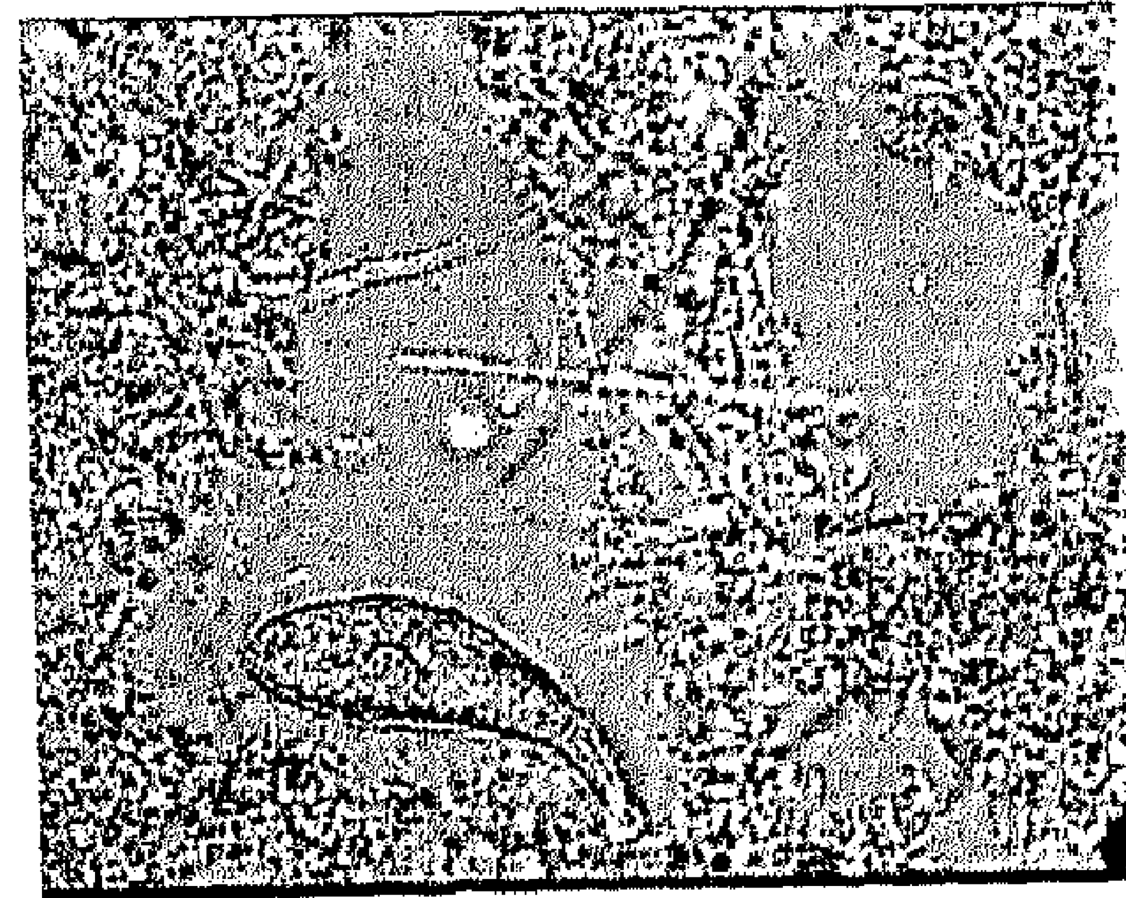


صورة لكائنات الروتيفيرا



Lecane sp.
(ROTIFER)





صور عديدة للاوليات

الطحالب Algae

الطحالب كائنات إما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذاتية التغذية تعتمد على غذائها على ضوء الشمس حيث تقوم بعملية البناء الضوئي ، وللطحالب دور هام في المعالجة البيولوجية وذلك لسببين وهما أولا في بحيرات الأكسدة بانتاجها الأكسجين من خلال

عملية البناء الضوئي فتستهلك ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين في وجود ضوء الشمس وذلك خلال النهار ، وعملية انتاج الأكسجين هذه هامة جدا للبيئة المائية الموجودة فيها الطحالب من حيث احداث توازن وثبات بيئي مفيد لكثير من الكائنات داخل تلك البيئة المائية ، وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين المنتج بواسطة الطحالب داخل بحيرات الأكسدة الهوائية والمختلطة، ومن هنا يوجد علاقة تعاونية بين البكتريا الهوائية والطحالب حيث يمكن للطحالب الآستفادة من ثاني أكسيد الكربون الموجود في داخل البحيرات والمنتج من الكائنات الاخري .

ثانيا تاتي أهمية الطحالب في عمليات المعالجة البيولوجية من حيث خطورة تراكم الطحالب داخل المياه المعالجة، فنمو الطحالب غير المرغوب فيها ، وأيضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالآسماك نتيجة للاختناق ، ولو تسربت للأرض تسبب تلوثا للمياه الجوفية .

ومن أهم أسباب تراكم الطحالب ونموها بكثرة في المياه هو وجود تركيزات عالية من المغذيات مثل الفسفور والنيتروجين، ولهذا ينصح العلماء بازالة النيتروجين من المياه المعالجة او ازالة الفسفور او كليهما .

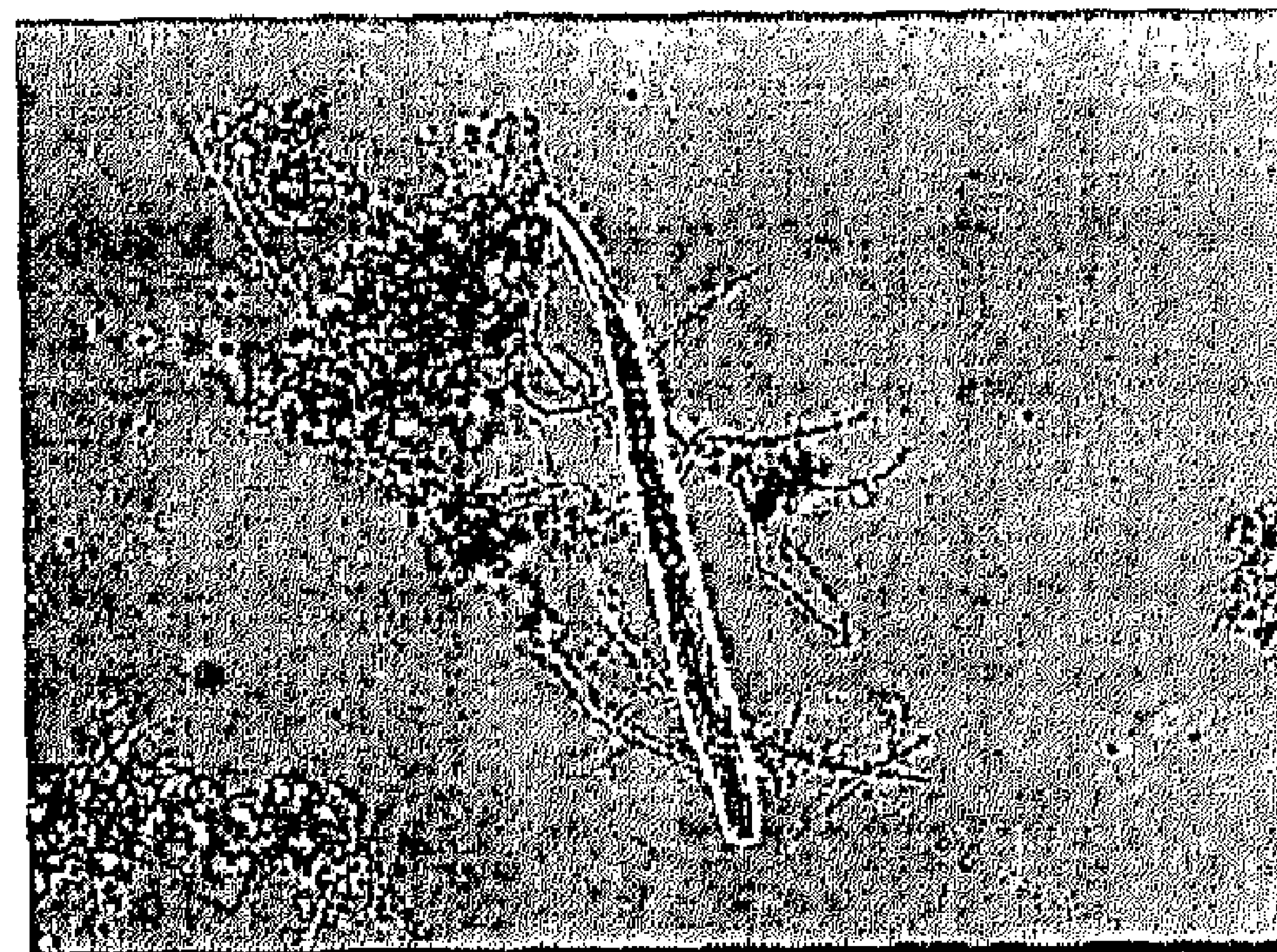
الاشكال الارقي في الحياه Higher Forms of Life

وهي الكائنات الدقيقة الاكبر في الحجم والاكثر تعقيدا في تركيبها الخلوي ويمكن رؤية العديد منها بالعين المجردة

ومن أمثلتها الديدان ويرقات الحشرات وبعض القشريات ، وتتميز بقدرتها علي تمثيل الغذاء وتحويل المواد العضوية البسيطة الي مركبات معقدة متراكبة لا تستطيع بقية الكائنات تحليلها أو تكسيرها ، كما أن دورة حياتها معقدة .

وتعيش الديدان جيدا في وفرة الأكسجين الذائب وزيادته وتوافر الغذاء البكتيري.

وتتواجد باعداد وكميات كبيرة في وحدات المعالجة الثانوية والمرشحات البيولوجية والاقراص البيولوجية الدوارة وحركة الديدان داخل مياه الصرف تسمح بتغلغل وانتشار الأكسجين داخل الندف المتكونة، كما انها تقوم بحصد وتجميع اعداد كبيرة من البكتريا كغذاء لها ، وتقوم بتدوير المواد المغذية (النتروجين والفسفور).





صور عديدة للديدان

دور الكائنات الحية الدقيقة في معالجة مياه الصرف الصناعي

الكائنات الحية الدقيقة يمكنها أن تحول الفضلات المتخلفة عن الصناعة إلي مواد غير ضارة بالبيئة المائية عند القاؤها في الأنهار والمحيطات ، فمثلا المركبات الفينولية الناتجة عن تكرير البترول تحللها انواع معينة من البكتريا .

كما تختزل بكتريا Thiobacillus الكبريت وأكاسيده الناتجة عن احتراق الوقود.

والبكتريا مرشحة بأن تصبح أهم وسيلة من وسائل نكافحة التلوث البيئي والصناعي ، لأنه هناك أنواع كثيرة من البكتريا يمكنها أن تلتهم وتحلل أكثر الملوثات خطورة مثل الملوثات البترولية وذرات العناصر الثقيلة وجزيئات المطاط ، كما يمكنها تنقية البيئة من بعض العناصر النووية .

فقد امكن للبكتريا في اقل من خمسة ايام ان تلتهم كميات هائلة من البترول الخام الذي قد تسرب في أحد احواض السفن بفرنسا.

ومثال اخر فهناك بحيرة ماء عذب لوثت مياهها بالطحالب والنباتات الضارة – فتم القاء ثلاثة أطنان من الاحجار المسامية المشبعة بالبكتريا وفي خلال ثلاثة اشهر اصبحت مياه البحيرة نقية تماما .

وهناك طريقتين لاستخدام البكتريا في مكافحة التلوث الاولي تعتمد علي تنشيط البكتريا الموجودة اصلا في المواد الملوثة او الموجودة في مكان التلوث وعمل تهوية لها (غالبا بكتريا هوائية) وامدادها بالمواد الغذائية.

الثانية وهي أكثر فعالية وهو حقن مكان التلوث بكميات معينة من البكتريا المتخصصة بعد اختبارها بالمعمل وعمل تنشيط وتنمية لها قبل اضافتها .

المؤشر	الصناعة													
	السيارات	المشروبات	التعليب	الأسمدة	الكيماويات الغير العضوية	الكيماويات العضوية	منتجات اللحوم	تشطيب المعادن	البلاستيك	الورق واللب	تكرير البترول	الصلب	النسيج	الألبان
الأكسجين الحيوى الممتص (BOD_5)	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X
الأكسجين الكيميائى المستهلك (COD)	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
الكربون الكمى العضوى (TOC)			X			X				X	X			X
الاحتياج الكلى للأكسجين (TOD)					X									
الأس الأيدروجينى (pH)		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
المواد الصلبة الكلية	X				X									
المواد الصلبة العالقة	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
المواد الصلبة القابلة للترسيب		X					X							
المواد الصلبة الذائبة		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	
المواد الصلبة العالقة المتطايرة											X			
الزيوت والشحوم	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	
المعادن الثقيلة (عام)						X		X		X			X	
الكروم	X			X	X						X	X	X	
النحاس											X			
النيكل	X													
الحديد	X			X	X						X	X		
الزنك	X			X				X			X	X		

الزرنيخ					X									
الزئبق				X	X									
الرصاص	X				X						X			
القصدير	X											X		
الكادميوم	X													

المؤشر	الصناعة													
	السيارات	المشروبات	التعليب	الأسمدة	الكيماويات الغير العضوية	الكيماويات العضوية	منتجات اللحوم	تشطيب المعادن	البلاستيك	الورق واللب	تكرير البترول	الصلب	النسيج	الألبان
الكالسيوم				X										
الفلوريدات				X	X									
السيانيد					X	X		X	X		X	X		
الكلوريدات	X			X	X	X					X	X		X
الكبريتات	X			X	X				X		X	X		
الأمونيا	X			X		X	X		X	X	X	X		
الصوديوم				X										
السيليكات					X									
الكبريتيت										X				
النترات	X			X		X			X	X	X			X
الفسفور			X	X	X	X	X		X	X	X			X
اليوريا أو النيتروجين العضوي				X										
اللون		X	X				X			X	X		X	X
الحد الاحتمالي للمجموعة القولونية		X					X			X				
البكتريا القولونية			X							X				

المواد السامة		X					X		X	X	X		X	X
درجة الحرارة		X	X	X	X						X	X	X	X
العكارة		X					X			X	X			X
الرغاوى	X													
الروائح											X			
الفينولات	X				X	X			X	X	X	X	X	
البنـــزوات المكلـــورة والمركبات الأروماتية					X				X					
المركابتنـــات والكبرتيـــد Mercaptans/ sulfide									X		X		X	

الباب الأول 1

طبيعة وخصائص مياه الصرف الصناعى

الفصل الثانى

2-1 أهمية محطات معالجة مياه الصرف الصناعى

تنظر الصناعة إلى معالجة مياه الصرف على أنها ضرورة مفروضة عليها تلجأ إليها عندما تؤثر مياه الصرف على مجارى المياه المستقبلة لها بشكل واضح ومرئي أو عندما تلقى المنشأة القبول لدى الرأي العام فى مقابل ما تبذله من مجهودات وتكاليف. ويجب على الصناعة أن تحاول القيام بمعالجة مياه الصرف بأقل تكلفة تمكنها من الوصول إلى الحدود المناسبة للصرف على المياه المستقبلة لها ويتطلب ذلك إجراء دراسات وتجارب استكشافية. إن التخطيط المسبق سيوفر الوقت اللازم لاتخاذ القرارات المناسبة، وبالعكس، فإن التقصير فى التخطيط لتقليل تكاليف معالجة المياه يمكن أن يؤدى إلى احتياج مفاجئ لحل سريع مما يؤدى بالصناعة إلى قرار بوقف الإنتاج.

لقد كان وعي العامة تجاه التحكم فى التلوث ضعيفا خلال النصف الأول من القرن العشرين، وقد شهد تحولا جذريا فى بداية السبعينيات لحدوث تطور فى إهتمامات الرأي العام فيما يتعلق بالحفاظ على البيئة. إن اهتمام المجتمع الحقيقي بالبيئة على المدى الطويل مطلوب لتحقيق تغيير فى مفهوم العامة للحفاظ على البيئة. وسيتطلب ذلك أيضا تغيرات جذرية فى إتجاهاتنا السياسية والإجتماعية والتشريعية والاقتصادية فى مجال التحكم فى التلوث الصناعى بالإضافة إلى التطورات التكنولوجية الحديثة.

وللوقاية من أي أضرار صحية قد تصيب مجرى المياه المستقبلة لمياه الصرف، فإنه يجب معالجة مياه الصرف جيدا قبل ضخها بحيث تتوافق مع متطلبات القوانين المحددة لخصائص المياه للصرف على المجاري المائية. ويجب فى مرحلة التخطيط والتنمية إعطاء أولوية قصوى لمعايير حماية الأرض والموارد المائية وسلامة الأحياء المائية فى الأنهار والمجارى المائية وحماية الحياة البحرية من التلوث وحماية الصحة العامة.

وقد قامت الحكومة المصرية بإجراء تعديلات على القوانين المنظمة للصرف على المجارى المائية فى سنة 1994 بالقانون رقم 4 وللصرف على الشبكة العامة طبقا لقانون رقم 93 لسنة 1962 ولائحته التنفيذية رقم 44 الصادرة فى سنة 2000 وللصرف على المجارى المائية العذبة كنهر النيل بالقانون رقم 48 لسنة 1982.

ويهدف إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصناعى إلى مساندة حماية البيئة والصحة العامة حيث أن التلوث الناتج عن المنشآت الصناعية لا يضر بالبيئة فقط

وإنما يؤثر أيضا على صحة الأفراد ولذلك فإن معظم الإجراءات التى يمكن أن تتخذها المنشآت الصناعية للتقليل من تأثيرها الضار على البيئة تؤدى إلى تقليل التأثيرات الضارة على صحة العاملين بالمنشأة والمجتمعات التى تعيش فى المناطق المحيطة بها والتى تتأثر بالانبعاثات المختلفة الصادرة من المصانع. وبذلك يمكن القول أن كفاءة محطات معالجة مياه الصرف الصناعى تؤدى إلى حماية البيئة وحماية العاملين والصحة العامة.

3-1 الطرق الشائعة لمعالجة مياه الصرف

يتم تحديد درجة المعالجة المطلوبة من خلال وضع أهداف المعالجة للمشروع ومراجعة جميع القوانين واللوائح المعنية وأخيرا مقارنة خصائص مياه الصرف مع متطلبات القوانين. وبذلك يتم تحديد وتقييم البدائل المتاحة للمعالجة والتخلص وإعادة الاستخدام ثم يتم اختيار البديل الأنسب. ويتم التخلص من الملوثات فى مياه الصرف بأساليب إما فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية، منفردة أو متجمعة.

وعموما فإن معظم الملوثات الموجودة في المخلفات السائلة الصناعية يمكن إزالتها والتخلص منها بالطرق الفيزيائية أو ، البيولوجية اوالكيمائية

وتصنف تبعا لوظائف كل طريقة الي الاتي :-

عمليات المعالجة الفيزيائية **Physical Treatment Processes**

عمليات المعالجة البيولوجية **Biological Treatment Processes**

عمليات المعالجة الكيميائية **Chemical Treatment Processes**

ويتم اختيار طريقة المعالجة تبعا لظروف كل مشروع وحسب الحاجة والغرض المنشا من أجلها وحدات المعالجة ، فيمكن أن تقتصر علي المعالجة الفيزيائية أو البيولوجية ، كما يمكن دمج أكثر من طريقة للمعالجة وهذا هو الشائع إذا لا يخلو أي مشروع من وحدات فيزيائية بجانب وحدات كيميائية أو بيولوجية .

1-3-1 العمليات الفيزيائية Physical Treatment Units

وهي العمليات التى تعتمد على القوى الطبيعية والفيزيائية وكانت هذه الطرق هى أول الطرق المستعملة فى معالجة مياه الصرف لأن معظمها نشأ عن تأملات الإنسان الأول فى الطبيعة. ومن هذه الطرق: التصفية – الخلط – الترويب – الترسيب – التعويم أو الطفو – الترشيح – حركة الغازات.

وتعتمد طرق المعالجة الفيزيائية علي الخواص الطبيعية الموجودة في الطبيعة نفسها بدون تدخل الأنسان ، أي القوي الموثرة هي قوي طبيعية التي لاحظها واكتشفها الأنسان داخل البيئة المحيطة.

ووحدات المعالجة الفيزيائية هي دائما الوحدات التمهيدية والاولية لكل مشاريع معالجة المخلفات السائلة ، حيث يبدأ كل مشروع بوحدات معالجة فيزيائية كمرحلة اولي من مراحل المعالجة .

ومن أهمها التصفية ، إزالة الرمال ، الترشيح ، الترويب ، الطفو ، الادمصاص ، الترسيب والتناضح العكسي .

ويبين الجدول التالي جدول رقم 1-7 أهم الطرق الفيزيائية للمعالجة والهدف من كل طريقة ودورها في المعالجة

جدول رقم 1-7

الطريقة الفيزيائية	الهدف منها
المصافي Screens	حجز وفصل المواد والاجسام الكبيرة والمتوسطة مثل الخشب والورق والصفيح والشجر
ازالة الرمال Sand and grit removal	إزالة المواد الصلبة الغير عضوية مثل الرمل والحصي
الطحن Grinding	طحن المواد الصلبة وتحويلها إلي مواد أصغر
الترشيح Filtration	تركيز المواد الدقيقة
الترويب Coagulation	ترويب وترسيب المواد الصلبة الغير قابلة للترسيب الذاتي
الترسيب Sedimentation	إزالة وترسيب المواد القابلة للترسيب
التناضح العكسي Reverse Osmosis	فصل المواد الصلبة الذائبة وبعض الأيونات
الطفو Floatation	إزالة المواد الصلبة والسائلة ذات الكثافة النوعية القليلة
الطرد المركزي Centrifugation	تركيز المواد الصلبة
التجميد Freezing	تركيز السوائل والحمأءة
التبادل الايوني Ion Exchange	فصل وتركيز المواد
الادمصاص Adsorption	تركيز والتخلص من الشوائب واثار ومتبقيات المواد والعناصر

وسوف يتم دراسة وتناول وحدات المعالجة الفيزيائية بالتفصيل في باب خاص

1-3-2 العمليات الكيميائية Chemical Treatment Processes

وهى العمليات التى تعتمد على حدوث تفاعل كيميائي من أجل التخلص من أو تحول الملوثات إلى مواد يسهل فصلها من مياه الصرف. ومن أكثر الطرق الكيميائية شيوعا فى هذا المجال: الترسيب والامتزاز والتطهير. تتم المعالجة بالترسيب الكيميائي من خلال تكوين راسب كيميائي. وفى معظم الأحيان يحتوى هذا الراسب على المكونات التى قد تفاعلت مع الكيماويات المضافة إلى جانب المكونات الأخرى التى قد ترتبط بالمواد المترسبة وتفصل معها. أما الامتزاز فيعتمد على قوة الجذب بين الأجسام للتخلص من مركبات معينة من خلال التصاقها بسطح المواد الصلبة.

وهي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها إزالة أو تحويل ملوثات المخلفات السائلة عن طريق إضافة الكيماويات أو عن طريق التفاعلات الكيمائية ، ومن أمثلة هذه العمليات الكيمائية الترسيب الكيماوي والادمصاص والتطهير وهذه العمليات السالف ذكرها من أكثر العمليات شيوعا في معالجة مياه الصرف الصحي .

فمثلا الترسيب الكيمائي (بإستخدام الكيماويات) يتم بإستخدام مرسبات كيميائية لتنشيط والإسراع بعملية الترسيب حيث يترسب كلا من المرسب والمادة المراد ترسيبها ، بينما يتم الادمصاص كمثال آخر للمعالجة الكيميائية عن طريق إزالة الملوثات من المياه الملوثة علي سطح مادة الادمصاص بفعل قوي التجاذب بين الاجسام .

وتتمثل المعالجة الكيميائية في عمليات التطهير باضافة الكلور والتي تعرف بالكلورة، وأيضا إضافة بعض البوليمرات أو الكيماويات التي تساعد علي تجفيف وإزالة الماء من الحماءة الناتجة من مراحل الهضم اللاهوائي .

وعامة في مجال معالجة مياه الصرف الصناعي تستخدم وحدات المعالجة الكيميائية مرتبطة ومكملة لوحدات المعالجة الفيزيائية

ففي معظم الصناعات الغذائية والكيماوية تنشأ وحدات المعالجة الكيميائية تلي أو تسبق وحدات المعالجة البيولوجية ، فمثلا عمليات التعادل الكيميائي (باستخدام الأحماض أو القلويات) تسبق وحدات المعالجة الكيميائية من أجل إعداد وضبط الرقم

الهيدروجيني ليكون ملائما لعمل الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بمعالجة الملوثات بيولوجيا في وحدات المعالجة البيولوجية .

وتطبيقات المعالجة الكيميائية يصفها الجدول الآتى ويبين استخدام مواد كيميائية عديدة لتحسين نتائج ونواتج تشغيل وحدات المعالجة الاخري .

جدول رقم 1-8

عملية المعالجة	تطبيق عملية المعالجة والغرض منها
الترسيب الكيمائي **Chemical precipitation**	مثل عمليات ازالة الفسفور وعمليات تحفيز واسراع ازالة المواد العالقة في وحدات الترسيب الابتدائي .
الادمصاص **Adsorption**	ازالة المواد العضوية والتي لم تزال بواسطة طرق المعالجة الكيماوية والبيولوجية التقليدية.
التطهير **Disinfections**	تدمير وقتل الكائنات الممرضة بوسائل التطهير المتعددة .
التطهير بالكلور(الكلورة) **Chlorination**	تدمير وقتل الكائنات الممرضة باستخدام الكلور او مركباته ، كأحد اكثر الطرق شيوعا في تطهير مياه الصرف الصحي .
نزع الكلور **Dechlorination**	ازالة الكلور الكلي المتبقي المتحد والذي قد يكون موجودا بعد عملية التطهير بالكلورة .
التعادل **Neutralization**	ضبط قيمة الاس الهيدروجيني .
الترشيح **Filtration**	ازالة الجزيئات الكبيرة وبعض المغذيات .
التبادل الايوني **Ion Exchange**	ازالة الايونات وبعض العناصر الغير مرغوب فيها .

المعالجة الكيميائية لها بعض العيوب بالمقارنة بطرق ووحدات المعالجة الاخري مثل وحدات المعالجة الفيزيائية ، وهذه العيوب تتمثل في أنه عمليات المعالجة الكيميائية هي عمليات اضافة مواد (يتم فيها اضافة مواد معينة) ففي كثير من الاحيان هناك مادة معينة تضاف لمياه الصرف لإزالة ملوث او مكون معين يتبعه زيادة في النهاية للمواد والمكونات الذائبة لمياه الصرف .

فعلي سبيل المثال فإن الكيماويات المضافة لتحفيز إزالة المواد العالقة في وحدات الترسيب الابتدائي يصاحبها عادة زيادة في تركيز المواد الذائبة الكلية لمياه الصرف مما يضع بعض القيود لاعادة استخدام هذه المياه فيما بعد .

وهناك عيب آخر وهو التكلفة العالية لاستخدام الكيماويات، فهذه التكلفة تكون مساوية او تزيد عن تكلفة الطاقة اللازمة لتشغيل وحدات المعالجة الاخري كبديل للمعالجة الكيميائية .

1-3-3 العمليات البيولوجية Biological Treatment Processes

طورت المعالجة البيولوجية أصلا من أجل الصرف الصحي البلدي ولكن هذه المعالجة تصلح في كثير من الأحيان لمعالجة المياه الملوثة من الصناعات العضوية مثل الصناعات الغذائية (التعليب-الحليب-اللحوم) وصناعة الورق والدباغة والصناعات النسيجية وغيرها .

و تعتمد المعالجة البيولوجية على النشاط البيولوجي للكائنات الحية الدقيقة في التخلص من الملوثات. وتستخدم هذه الطرق أساسا من أجل التخلص من المواد العضوية (الرغوية أو الذائبة) القابلة للتحلل بيولوجيا. وتتم هذه العملية من خلال تحويل هذه المواد إلى غازات تتسرب إلى الهواء الخارجي أو إلى نسيج الخلايا البيولوجية (الحمأة) التى يمكن التخلص منها عن طريق الترسيب.

وتستخدم المعالجة البيولوجية أيضا في التخلص من المغذيات (النتروجين والفسفور) وذلك من خلال عمليات التأزت **Nitrification** ، وعكس التأزت **Denitrification** بالنسبة للنتروجين ، وتحويل الفسفور إلي مركبات ثابتة يسهل الاستفادة منها في أغراض متعددة كالزراعة مثلا .

وفى أغلب الأحيان يمكن معالجة مياه الصرف بيولوجيا مع التحكم البيئى الملائم.

وتعتمد عمليات المعالجة التي يتم فيها التخلص من الملوثات في المخلفات السائلة وذلك بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة الميكرسكوبية (Microorganisms).

وتختص هذه المعالجة البيولوجية بازالة الموادالعضوية القابلة للتحلل بيولوجيا عن طريق البكتريا سواء كانت هذه المواد العضوية غروية او ذائبة في مياه المجاري

وتتميز المعالجة البيولوجية عامة بانخفاض تكاليف الانشاء والتشغيل نظرا لاعتمادها علي الكائنات الدقيقة وخاصة البكتريا بانواعها المختلفة (الهوائية

واللاهوائية والاختيارية) في القيام بتكسير وتحلل المواد العضوية والملوثات ، وأيضا لندرة استخدام الكيماويات في المعالجة والتي تزيد من تكاليف التشغيل .

ومن أشهر نظم المعالجة البيولوجية النظم الاتية :-

- عمليات المعالجة بالحمأءة المنشطة وتطبيقاتها المختلفة
- المرشحات البيولوجية
- والاقراص البيولوجية الدوارة
- التأزت (النيترة) وعكس التأزت
- إزالة الفسفور بيولوجيا
- بحيرات الاكسدة

وسيتم مناقشة أسس عمليات المعالجة البيولوجية في باب منفصل.

والشكل القادم شكل 1-5 يمثل نموذجا لمحطة صرف صناعي تشمل أنواع المعالجة الثلاثة الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية

حيث أن المعالجة التمهيدية والابتدائية تعتمد علي أسس المعالجة الفيزيائية والطبيعية.

وعمليات الحمأءة المنشطة هي عمليات معالجة هوائية بيولوجية وتتم من خلال وحدات المعالجة الثانوية مثل احواض التهوية

أما التطهير بالكلور فيعد من عمليات المعالجة الكيميائية .

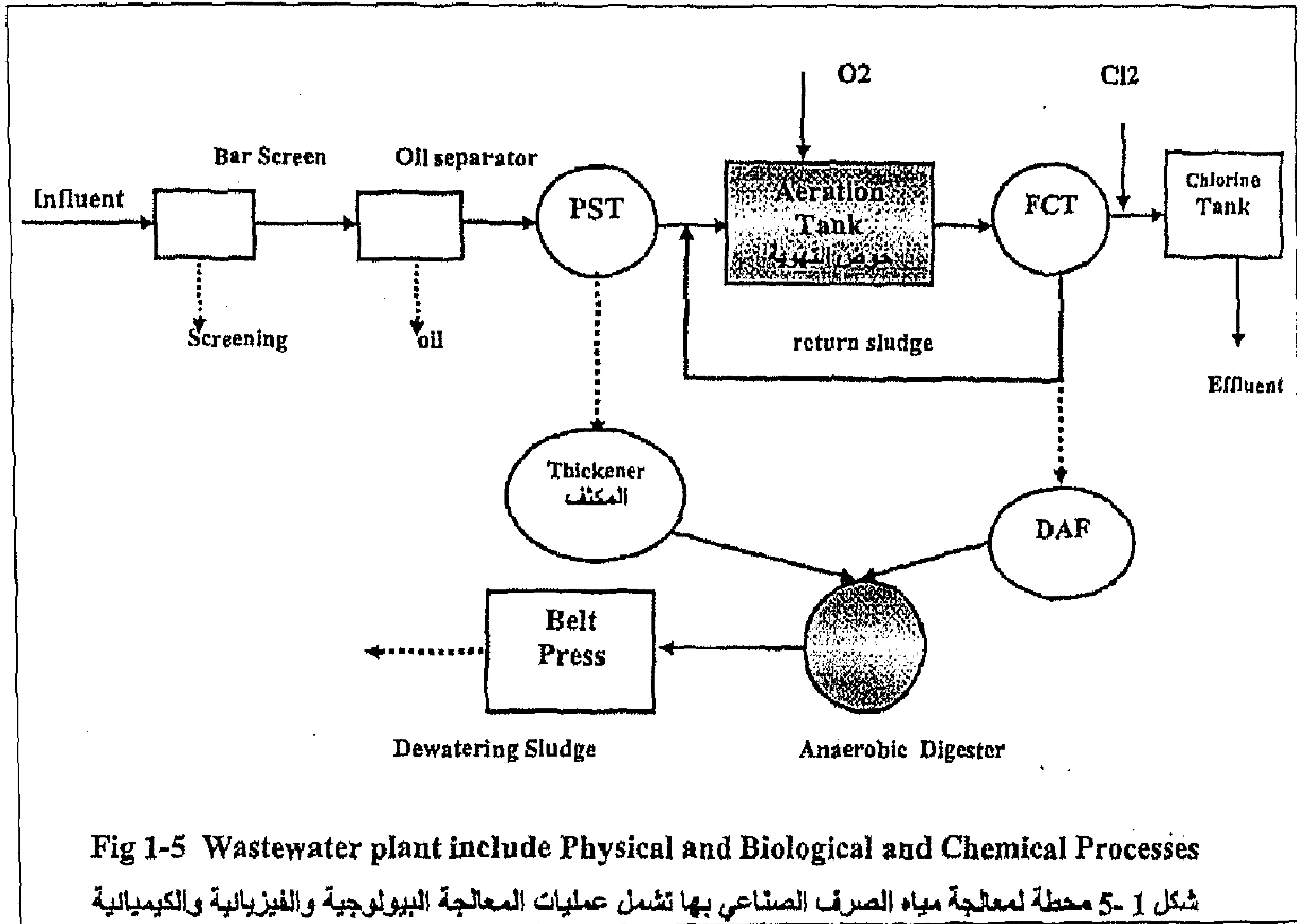


Fig 1-5 Wastewater plant include Physical and Biological and Chemical Processes

شكل 1-5 محطة لمعالجة مياه الصرف الصناعي بها تشمل عمليات المعالجة البيولوجية والفيزيائية والكيميائية

1-3-4 معالجة الحماءة Sludge Processing

أما بالنسبة لمعالجة الحماءة (الرواسب الصلبة) الناتجة عن محطات المعالجة المختلفة فقد تشمل عمليات كيميائية وفيزيائية وبيولوجية .

فالعمليات الكيميائية مثل تثبيت الحماءة بالصودا أو بالجير أو تطهير الحماءة كيميائيا أو تجهيزها كيميائيا .

والعمليات الفيزيائية مثل التجفيف الحراري والتجفيف بالطرد المركزي والتركيز بالطفو والجاذبية .

والعمليات البيولوجية مثل الهضم الهوائي واللاهوائي للحماءة .

الجدول رقم 1-9 يوضح كافة الطرق والعمليات التي يمكن عن طريقها معالجة المخلفات السائلة وهي تختص بمعالجة الجزء السائل منها ، ولابد من الأخذ في الإعتبار ومراعاة طرق معالجة الحماءة الصلبة في تصميم محطات الصرف الصحي والصناعي حيث ينتج من عمليات المعالجة كميات من المواد الصلبة في صورة حماءة

نشطة يجب معالجتها وتثبيتها للحصول علي مواد ثابتة يمكن الإستفادة منها كسماد أو يمكن التخلص منها بصورة آمنة بيئيا .

ويبين الجدول التالي أساسيات ومبادئ عمليات معالجة وتدوير الحماءة الصلبة

جدول رقم 1- 9

طرق المعالجة ووظيفتها **Processing or Disposal function**	وحدات وطرق المعالجة **Unit Process or Treatment ،Unit Operation Methods**
العمليات التمهيدية **Preliminary Operations**	ضخ الحماءة **Sludge Pumping** طحن الحماءة **Sludge Grinding** خلط وتخزين الحماءة **Sludge Blending and Storage**
التغليظ والتكثيف **Thickening**	التكثيف بالجاذبية **Gravity Thickening** التكثيف بالطفو **Floating Thickening** التكثيف بالطرد المركزي **Centrifugation Thickening** التكثيف بالإسطوانات الدورانية **Rotary drum Thickening**
التثبيت **Stabilization**	التثبيت بالصودا **Lime stabilization** المعالجة الحرارية **Heat treatment** الهضم الهوائي **Aerobic digestion** الهضم اللاهوائي **Anaerobic digestion** التحويل لمركبات ثابتة **Compositing**
التجفيف ونزع الماء **Dewatering**	التجفيف بالترشيح (بتفريغ الهواء) **Vacuum filter** التجفيف بالطرد المركزي **Centrifugation** التجفيف بالمرشحات المضغوطة **Belt press filters** التجفيف بأحواض تجفيف الحماءة **Drying beds** التجفيف في البرك والبحيرات
التجفيف الحراري **Heat drying**	التجفيف بالمجففات المتغيرة **Dryer variations** التجفيف بالمجففات متعددة المراحل والتاثير **Multiple effect evaporators**

التعقيم وتطهير الحماءة Disinfections	التطهير الجزئي Pasteurization التطهير بالتخزين الطويل الممتد Long – term Storage
ضبط وتجهيز الحماءة Conditioning	التجهيز الكيميائي Chemical Conditioning المعالجة الحرارية Heat Treatment
التخلص النهائي من الحماءة Sludge Disposal	القاؤها وفردها في الأرض Land Aapplication التوزيع والتسويق بالبيع Distribution and marketing شحن الأرض Landfill القاؤها في البحيرات Lagooning التثبيت الكيمائي Chemical fixation

وعموما فان معظم مشروعات معالجة مياه الصرف تشمل بعض أو كل من مراحل المعالجة الأتية

مياه صرف خام ← معالجة تمهيدية ← معالجة ابتدائية ←معالجة ثانوية معالجة متقدمة ← مياه معالجة ناتجة

في المعالجة التمهيدية (الاولية) : يتم التخلص وإزالة المواد الثقيلة والكبيرة الحجم بالطرق الفيزيائية والطبيعية.

في المعالجة الابتدائية : يتم ترسيب المواد العالقة وبعض المواد العضوية وازالة المواد الطافية .

في المعالجة الثانوية (البيولوجية): اكسدة وتثبيت المواد العضوية الذائبة وتحويلها إلي نوتج نهائية ثابتة بسيطة.

في المعالجة الثلاثية (المتقدمة) : إزالة بعض الجسيمات والمواد الدقيقة وتنقية اكثر للمياه الناتجة واستعادة بعض المكونات من المياه .

الباب الثانى 2

تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعى

الفصل الأول

1-2 أنظمة المعالجة الميكانيكية

2-1-1 التصفية

2-1-2 فصل الزيوت والدهون

2-1-3 تثبيت معدل تدفق وتجانس مياه الصرف

2-2 المعالجة الفيزيائية

2-2-1 الترسيب

2-2-2 التعويم والطفو

2-2-3 التجميع

1-2 انظمة المعالجة الميكانيكية

2-1-1 التصفية Screening

وهي تعتبر أول عملية هامة في معالجة الصرف الصناعي وتتم بتمرير المياه الملوثة من خلال مصافي لفصل المواد الصلبة ذات الأحجام الكبيرة العالقة بالمياه. وتتكون المصافي من أعمدة متوازية (أسياخ أو أسلاك أو سلك ضيق أو سطح مثقب). ويمكن أن تكون الفتحات على شكل دائري أو مستطيل.

وتعرف المصفاة المكونة من الأعمدة المتوازية أو الأسياخ باسم "مرشد" (**rack**). ومع أن المرشد هو أداة تصفية إلا أن مصطلح "**screen**" يجب أن يطلق على النوع الذي يتكون من قماش السلك أو الأسطح المثقبة.

وتصنف أنواع المصافي طبقا لطريقة تنظيفها كالآتي:

1. المصافي ذات التنظيف اليدوي
2. المصافي ذات التنظيف الميكانيكي

أيضا تصنف المصافي من حيث مقاس الفتحات إلى:

1. المصافي ذات الفتحات الضيقة (قطر أقل من 1/4 بوصة)
2. المصافي ذات الفتحات الواسعة (قطر أكبر من 1/4 بوصة)

المصفاة التي تسمى "**aquarake**" عبارة عن مصفاة تنظف أوتوماتيكيا ويمكن تركيبها مباشرة على مجاري مفتوحة. أما المصفاة التي تسمى "**Vibrating Curved Screen**" أو "المصفاة الاهتزازية المنحنية" فتتميز بكفاءة فصل عالية وسهولة إزالة المواد الصلبة من على السلك. ويمكن أيضا أن تزود هذه المصفاة بأداة تنظيف بالرش. أما المصفاة الدوارة "**Rotary Screen**" فتعمل بتمرير المياه من أعلى إسطوانة دوارة ويمكن تزويدها بكاشط لتنظيف الأسطوانة.

الجدول التالى جدول 2-1 يبين انواع المصافي الميكانيكية والتي تستخدم بصورة شائعة في معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي

جدول 1-2

سطح المصفاة				
نوع المصفاة	نوع الحبيبات	حجم الفتحات سم	مادة صنع المصفاة	الإستخدام
مرشد الاعمدة المتوازية (Bar rack)	خشن	1.5 – 0.6	Steel ،Stainsteel	معالجة تحضيرية
النوع المائل : الثابت الدوار	متوسط خشن	0.1 – 0.01 0.03×0.09×2	Stain steel wedge – wire screen Milled bronze or copper plates	معالجة أولية قبل المعالجة
القرص الدوار	خشن متوسط ناعم	0.2- 0.1 0.1 – 0.01 6- 35 ميكرون	Stain steel wedge – wire cloth Stain steel wedge – wire screen Stain steel wedge and polyester screen cloth	معالجة تحضيرية معالجة اولية إزالة المواد الصلبة الثانوية الزائدة
إسطوانة دوارة	متوسط ناعم	0.4 – 0.01 0.02 – 0.001	Stainless steel Stainless steel	معالجة أولية معالجة أولية
إسطوانة الطرد المركزي	ناعم	0.02 – 0.002	Stainless steel polyester and various other fabric screen cloth	معالجة أولية ومعالجة ثانوية مع حوض الترسيب وإزالة المواد الصلبة العالقة الزائدة

التخلص من المواد الطافية

معظم مخلفات المصافي تحتوي علي اكثر من 80 % من وزنها ماء - كما تشمل الفضلات قطع الورق والخشب والاقمشة وبقايا مدخلات الصناعة ،كما تحتوي المواد الطافية التي حجزتها المصافي علي نسبة من المواد الملوثة ذات الطبيعة العضوية سريعة التحلل والتي يمكن أن تتعفن مع الوقت ، ولذلك يجب التخلص منها سريعا بمجرد تجميعها من أمام المصافي ، ويتم ذلك بالطرق الآتية:-

أ - الحرق

ب - وضعها في خنادق تحت الأرض ودفنها في الرمال تفاديا لرائحتها ومنع توالد الذباب عليها .

ج - إستخدامها في ردم المناطق البعيدة عمرانيا والتي تحتاج للردم .

د - تجفيفها بالضغط لإزالة أكبر كمية من مائها ثم حرقها ، وتعد تلك الطريقة انسب الطرق للتخلص من الفضلات .

و - تقطيعها وفرمها في مفارم خاصة أو طحنها ثم إعادتها إلـي بقيـة المخلفـات السائلة لتترسب في أحواض لترسيب الأبتدائي ومن ثم يسهل التخلص منها مع بقية الرواسب .

هـ - حملها في السفن والقاؤها بعيدا عن الشاطيء وذلك في البلاد الساحلية .

ز - تقطيعها وفرمها في مفارم خاصة أو طحنها ثم نقلها إلـي أحـواض تخميـر الرواسب حيث تعالج ويتخلص منها مع بقية الرواسب .

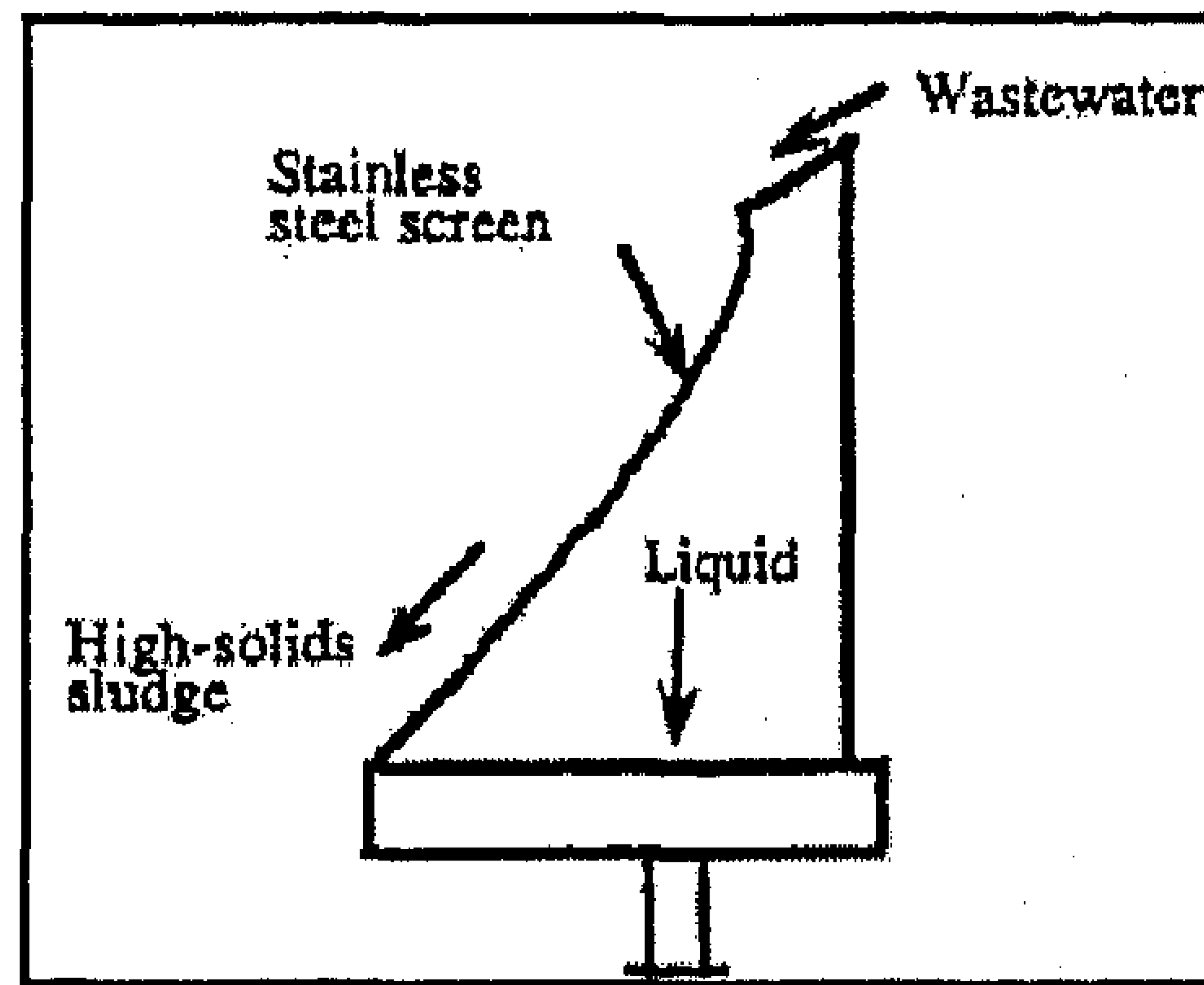


Figure . (2-1) **Diagram of an inclined or tangential screen**

شكل رقم 2-1 به رسم بياني يبين مصفاة ميكانيكية مائلة

طريقة تشغيل المصافي

1. تأكد ان مصدر التيار الكهربي للوحدة مفصول تماما وأنه قد تم تنظيف الأجزاء من المصفاه التي يوجد بها مواد ملتصقة وعالقة يدويا . فقد تلتصق بعض المخلفات في أماكن بعيدة عن حركة الشوكة الميكانيكية .
2. قبل البدء في تشغيل أي وحدة ميكانيكية يجب التأكد من أن جميع اعمال الـصيانة الدورية والوقائية مثل التشحيم وتغيير زيوت المحركات قد تمت علي أكمل وجه .

3. أقم بفحص جميع أجزاء الوحدة وتأكد أن جميع الأجزاء ثابتة ومسامير التثبيت ثابتة ومحكمة التربيط وذلك لتفادي الإهتزازات والإرتجاج عند تشغيل الوحدة .
4. بعد تشغيل الوحدة لاحظ حركتها الميكانيكية وتأكد بأنها حركة منتظمة خالية من الإهتزاز اوالإرتجاج ولا يوجد

أصوات غير عادية لان وجود أصوات غير عادية يدل علي بداية ظهور أعطال ميكانيكية ، ومن الأفضل ايقاف الوحدة عن العمل و فصل التيار للبدء في معرفة الأعطال وسببها والعمل علي إصلاحها بفريق الصيانة المتخصص وعن طريق كتيبات الصيانة الخاصة بكل وحدة .

1. إحرص علي جعل مكان العمل في غاية النظافة وخالي من أية عوائق للسير والعمل ، وغسل الأرضيات دوريا مستعملا المياه وفرش النظافة .
2. يجب علي العاملين أن يحرصوا علي نقل المخلفات المرفوعة قبل تراكمها ، حيث أن تراكمها يؤدي إلي توالد الروائح الكريهة ويجعلها مصدرا لتوالد وتكاثر الذباب والفئران لاحتوائها علي كثير من المواد العضوية .
3. يجب تسجيل حجم وعدد الناقلات التي تم ملؤها بالمخلفات – فمعرفة حجم وكمية المخلفات هام جدا لمعرفة حجم المكان المخصص لاستقبال وتشوين المخلفات وتقدير التكاليف اللازمة للتخلص من هذه المخلفات .
4. يجب دائما الحرص علي ترك المصافي الميكانيكية نظيفة سواء كان التنظيف يدويا أو آليا ، حتي لا تصبح المواد العالقة عائقا في تدفق مياه الصرف المتدفقة للمحطة .
5. الأجزاء المتحركة تحت سطح المياه تتأثر بالمياه الموجودة فيها ومن ثم فإنها تحتاج إلي تشحيم وتزييت أكثر من الأجزاء المتحركة فوق سطح المياه .
6. إحرص دائما علي اتباع قواعد الأمن الصناعي والسلامة المهنية أثناء التشغيل.

2-1-2 فصل الزيوت Oil Separation

غالبا ما تحتوي المخلفات السائلة الصناعية علي كميات من الزيوت والدهون وذلك لصرف كثير من المصانع مخلفاتها محتوية علي كثير من الزيوت والدهون، ويفضل في حالة تواجد كميات كبيرة من الزيوت والمواد الدهنية في المخلفات السائلة

أن تفصل هذه المواد عن المخلفات قبل دخولها أحواض الترسيب الإبتدائي، إذ أن تواجد هذه المواد علي سطح أحواض الترسيب قد يعيق عملية الترسيب ذاتها ، اذ تطفو علي سطح الحوض بما التصق عليها من مواد عالقة ، كما أن وجود الزيوت والدهون في الماء الخارج من أحواض الترسيب يقلل من كفأءة عمليات المعالجة التي تعقب الترسيب سواء كانت معالجة بيولوجية كالحماءة المنشطة او فيزيائية كالترشيح (وجود الزيوت والدهون في الماء الخارج من أحواض الترسيب قد يقلل من نفاذية وذوبان الأكسجين داخل أحواض التهوية اذ يكون طبقة شبه عازلة تقلل من تبادل الأكسجين بين الهواء ومياه حوض التهوية).

وتتم إزالة الزيوت في أحواض خاصة تتراوح مدة المكث فيها من عشرة إلي عشرين دقيقة، وقد تزَود هذه الأحواض بهواء مضغوط مما يساعد علي تجميع حبيبات الزيت مع بعضها وطفوها علي سطح الحوض .

ويزود مخرج الحوض بحائط لمنع خروج الزيوت الطافية مع بقية المخلفات السائلة ، ويتم كشط هذه الزيوت كلما تجمعت ويتم التخلص منها إما بدفنها في خنادق في الأرض أو بحرقها مع المواد التي حجزت من المصافي .

ويتم في معظم وحدات معالجة مياه الصرف الصناعي فصل المواد الطافية والزيوت والمواد العضوية الحرة (الغير مستحلبة) من المياه الملوثة. وهذه العملية لها أهمية كبيرة فى المعالجة الأولية للصرف الصناعى. ولذلك فإن معظم الصناعات البترولية والكيميائية تستخدم أجهزة فصل الزيوت عن المياه بدلا من أجهزة الترسيب الأولية.

انواع فواصل الزيوت لبعض المنشآت الصناعية

☐ ***فاصل الزيوت API***

وهو جهاز قامت المؤسسة الأمريكية للبترول (**American Petroleum Institute**) بتصميمه وهو الأكثر استخداما في الصناعات البترولية والمنشآت الصناعية الأخرى. وهناك نموذجان لهذا النوع من أجهزة فصل الزيوت: النوع المستطيل والنوع الدائري. ولكننا قلما نجد النوع الدائري حيث أن النوع المستطيل يتماشى أكثر مع أحجام معظم الوحدات. وكثيرا ما تعمل هذه الأجهزة مع تدفق عال للمياه مما يحتاج إلى وحدات كبيرة الحجم. ولكن العيب الوحيد بها هو أنها تحتاج إلى زمن مكوث (**Resident time**) طويل لضمان أقصى كفاءة لفصل الزيت.

ومن العوامل الهامة التي تؤثر علي كفاءة جهاز فاصل الزيوت حجم قطرة الزيت. فالقطرات الكبيرة تميل ان ترتفع ، بينما القطرات الصغيرة سوف تبقي معلقة في مياه الصرف .

وقانون استوك يمكن استخدامه لشرح عملية وسرعة ارتفاع وطفو قطرة الزيـت من خلال المعادلة الاتية :-

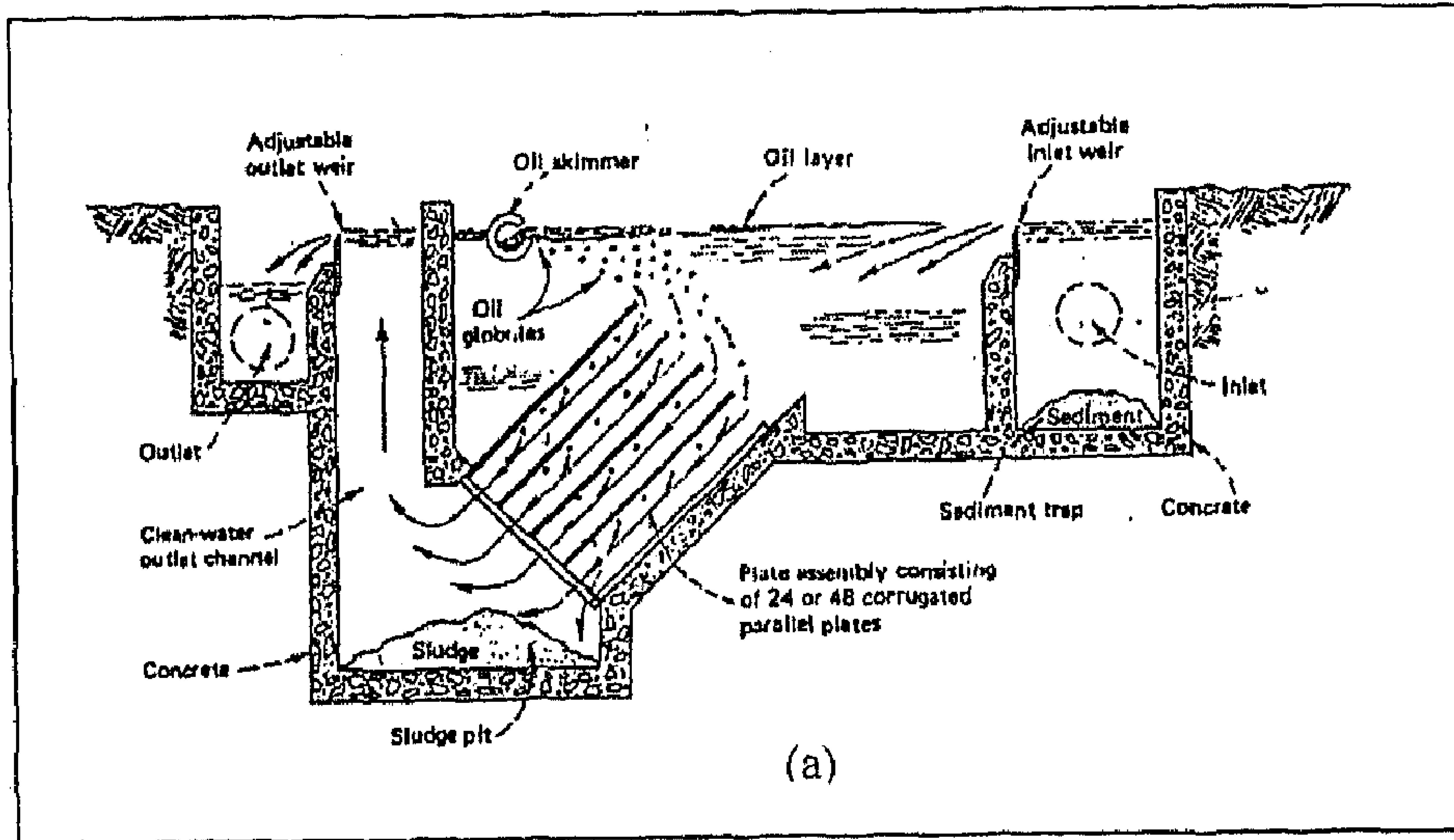
$$Vr = g\,(Pw - Po)\,d^2 / 18\,\mu$$

حيث

Vr	=	هي سرعة قطرة الزيت
g	=	عجلة الجاذبية الارضية
Pw	=	كثافة الماء
Po	=	كثافة الزيت
d	=	قطر قطرة الزيت
µ	=	لزوجة الماء

□ ***وحدة فصل الزيوت CPI***

هذه الوحدة تعتبر بديلا لوحدة الـــ **API** وتتكون من مجموعة شرائح أو مجموعات من الأنابيب موضوعة بميل 60 درجة بحيث تنزلق المواد المحتجزة من أعلى الشرائح لتتجمع في القاع. ويبين شكل رقم (3-3) قطاعا في جهاز الـــ **CPI**. ومن أهم مميزات هذا الجهاز أنه يمكن أن يستخدم في مكان صغير المساحة ومع أنه قد وجد رواجا بين صناعات عديدة إلا أنه لا يستخدم بكثرة في عمليات تكرير البترول بسبب عدم قدرته على استيعاب معدلات التدفق العالية. وهو يتميز على وحدات الـــــ **API** والمروقـــات الأولية لأنه أكثر كفاءة في فصل الزيوت والمواد الصلبة نظرا لأنه يمكن توفير مساحة سطحية اكبر .



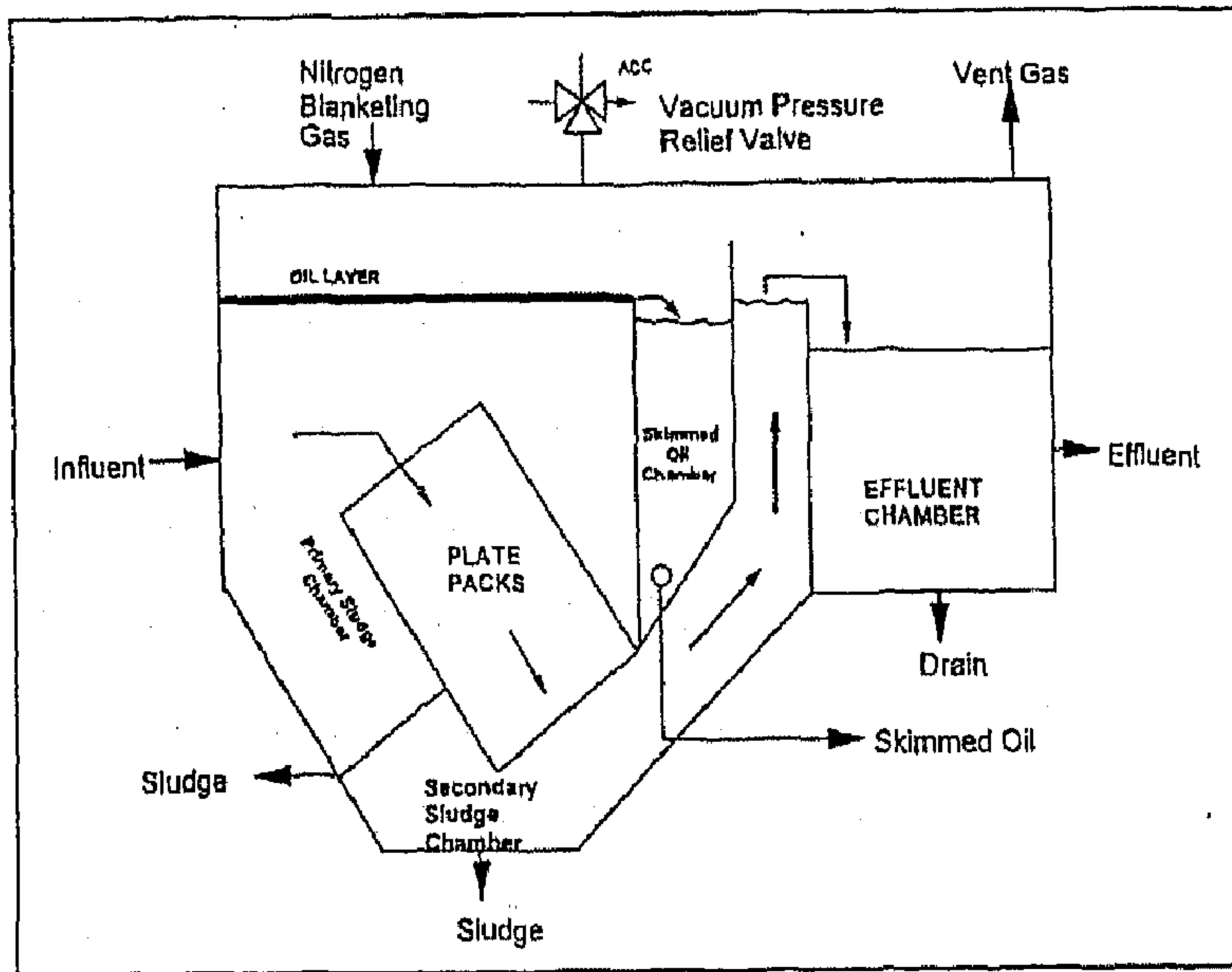


FIGURE (2-3)

(a): Corrugated – plate Interceptor (CPI) for refinery wastewater

(b): Cross section of a typical down flow (CPI)

شكل 2-3 يبين انواع فواصل الزيوت للمنشآت الصناعية

2-1-3 تثبيت معدل تدفق وتجانس مياه الصرف [Flow Equalization]

الغرض من عملية التثبيت والتجانس (**Equalization**) هو تجميع مياه الصرف من المصادر المختلفة الحامضية أو القاعدية وكذلك المخلفات العضوية ذات الطبيعة الحامضية أو القاعدية أو المتعادلة في أحواض خاصة حيث يتم خلطها وتصبح ذات

تركيزات متجانسة وتدفق ثابت يسهل معالجتها في المراحل التالية خاصة عملية المعادلة بالأحماض أو القلويات.

وتساعد عملية تثبيت تدفق مياه الصرف في التغلب على مشاكل التشغيل الناجمة عن التغير في معدلات تدفق المياه إلى محطات المعالجة وبالتالي تحسين أداء المحطة. ويستخدم خزان (Equalizing tank) كذلك كخزان طوارئ لإستقبال المياه الملوثة في حالة حدوث أى عطل فني في عملية المعالجة.

وفيما يلي مميزات تطبيق نظام تثبيت وتجانس مياه الصرف الداخلة في محطات المعالجة:

- زيادة كفاءة عمليات معالجة مياه الصرف بعد التجانس وتثبيت معدل التدفق وعدم تعرض وحدات المعالجة للاحمال الهيدروليكية العالية .
- زيادة كفاءة المعالجة البيولوجية حيث أن عملية التجانس تمنع أو تقلل حدوث الأحمال العالية المفاجئة. كذلك يمكن تخفيف المواد السامة التي تؤثر على العملية الحيوية وثبات الأس الأيدروجيني
- تحسين أداء عمليات الترشيح والغسيل العكسي لتكون أكثر انتظاما
- تحسين أداء المعالجة الكيميائية حيث أن التثبيت والتجانس يؤدي إلى ثبات الأحمال مما يؤدي إلى تغذية منتظمة لجرعات الكيماويات
- تحسين في خواص المياه المعالجة وكفاءة التثخين في أحواض الترسيب الثانوية التي تتبع المعالجة البيولوجية التي تزداد كفاءتها نتيجة ثبات أحمال المواد الصلبة.
- يمكن أن تكون عملية التثبيت والتجانس طريقة غير مكلفة للتغلب على مشاكل المحطات التي تعاني من ازدياد الأحمال.
- يمكن لعملية التثبيت والتجانس ان تسهم في عملية تعادل الصرف الحمضي والقاعدي اذا كان المصنع يصرف في وقت ما من اليوم صرف حمضي وفي وقت آخر صرف قاعدي .

ويمكن تركيب خزان التثبيت والتجانس في بداية عمليات المعالجة أو بعد المعالجة الأولية وقبل المعالجة البيولوجية. ويجب أن يصمم تنك التجانس بحيث يسمح بتقليب المواد المترسبة. كذلك يجب تزويده بمصدر للتهوية للتغلب على انبعاث الروائح الكريهة.

وسوف نسرد امثلة حسابية تبين اهمية تثبيت التدفق لمياه الصرف الصناعي

أمثلة لاهمية تثبيت التدفق

مثال 1

ما هو تركيز الزنك في مياه الصرف الصناعي عندما تختلط ثلاثة من التدفقات بعد المعالجة

التدفق الاول 300 متر مكعب /يوم بتركيز زنك 1.0 مجم / لتر

التدفق الثاني 275 متر مكعب /يوم بتركيز زنك 0.9 مجم / لتر

التدفق الثالث 335 متر مكعب /يوم بتركيز زنك 1.1 مجم / لتر

الحل

تركيز الزنك النهائي = (التدفق الاول × تركيزه + التدفق الثاني × تركيزه + التدفق الثالث × تركيزه) / مجموع التدفقات الثلاثة

= 300× 1.0 + 275 ×0.9 +335 ×1.1 / 300+275+335 = 1.006 مجم / لتر

مثال 2

هناك مصنع يعمل 8 ساعات في الوردية وخمسة أيام في الاسبوع، ويخرج 100.000 جالون من مياه خلال الوردية وحدات المعالجة لها سعة 150 جالون / دقيقة كم من الوقت يلزم بالساعة لمعالجة كل كمية المياه المنتجة

الحل

وقت العمليات = معدل التصرف (حجمه بالجالون) / معدل المعالجة بالجالون لكل دقيقة× 60

= 100.000/ 150 × 60 = 11.111 ساعة

حل اخر

100.000 جالون في 8 ساعات = 100.000/8× 60 = 208 33. جالون في الدقيقة

معدل المعالجة 150 جالون لكل دقيقة

150 .... 8 ساعات

208.33 .... 11.111 ساعة

مثال 3

هناك مصنع له معدل تصرف 10.000 جالون في اليوم وهذا التصرف يحتوي علي تركيز من النحاس يساوي 4.5 مجم/ لتر ، ما هو معدل تحرر النحاس من المصنع .

الحل :

1 جالون دولي = 3.79 لتر

معدل التصرف 10.000 جالون/ يوم = 37900 لتر/يوم

معدل تحرر النحاس = معدل التصرف× تركيز النحاس = 4.5×37900 = 170550 مجم/ يوم = 170.55 جرام يوم

1 جرام = 0.0022046 رطل

معدل تحرر النحاس = 0.3763 رطل في اليوم

2-2 المعالجة الفيزيائية

2-2-1 الترسيب

الغرض من الترسيب الطبيعي هو إزالة أكبر كمية من المواد الصلبة العالقة ذات الكثافة الأعلى من المياه في أحواض خاصة تمر فيها المياه في فترة معينة وتحت ظروف تساعد على هبوط المواد العالقة إلى قاع هذه الأحواض وهى من وحدات التشغيل الأكثر شيوعا فى معالجة الصرف.

2-2-1-1 نظرية الترسيب

الترسيب هو التخلص بفعل الجاذبية من المواد العالقة والتي يزيد وزنها عن الوزن النوعي للماء . وتزداد كفاءة الترسيب مع زيادة حجم الاجسام العالقة وزيادة كثافتها النوعية كما في حالات الترسيب العادي **plain sedimentation** ويتم الترسيب العادي بتأثير الجاذبية طبقا لقانون ستوك **Stock s law**

$$S = \frac{1 \times g\,(Ps - P)\,D2}{18\,V}$$

حيث

S سرعة ترسيب سم/ ث

g عجلة الجاذبيةالأرضية

V اللزوجة بالسنتيمتر المربع في الثانية

P الوزن النوعي للماء

Ps الوزن النوعي للمواد العالقة

D قطر حبيبات المواد العالقة

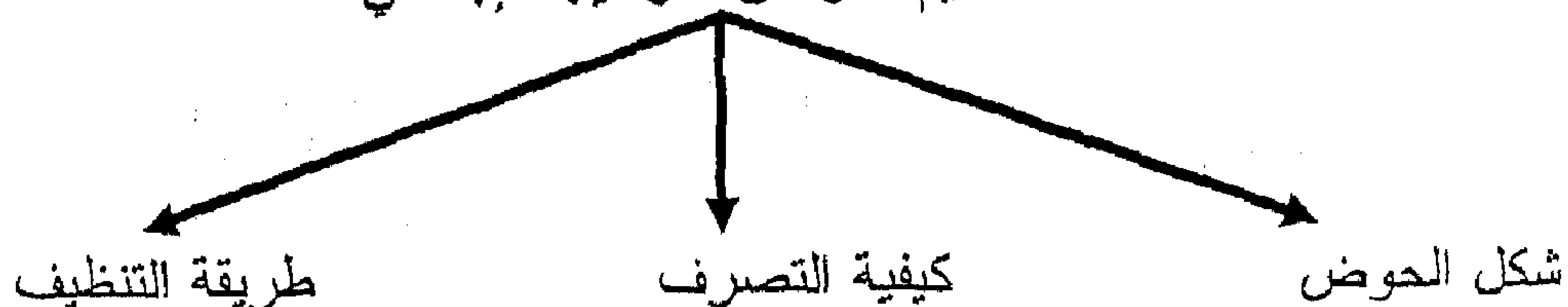
وحيث ان السائل هو الماء اذن كثافة السائل =1 ، فتصبح المعادلة

$$S = \frac{1 \times g\,(Ps - 1)\,D2}{18\,V}$$

ومن هذه المعادلة نري أنه كلما زاد الوزن النوعي للاجسام العالقة زادت سرعة ترسيبها ، وكلما زادت لزوجة الماء انخفضت سرعة الترسيب ، كلما زاد قطر الجسم العالق زادت سرعة ترسيبه وكذلك نسبة التخلص من الاجسام العالقة مع زيادة زمن الترسيب.

وتستخدم عمليات الترسيب فى إزالة الرمال فى أحواض الترسيب الأولية وفى فصل الحماءة النشطة فى المعالجة البيولوجية وكذلك فى فصل الرواسب فى المعالجة الكيمائية وفى عمليات تثخين الحماءة.

تقسيم أحواض الترسيب الإبتدائي



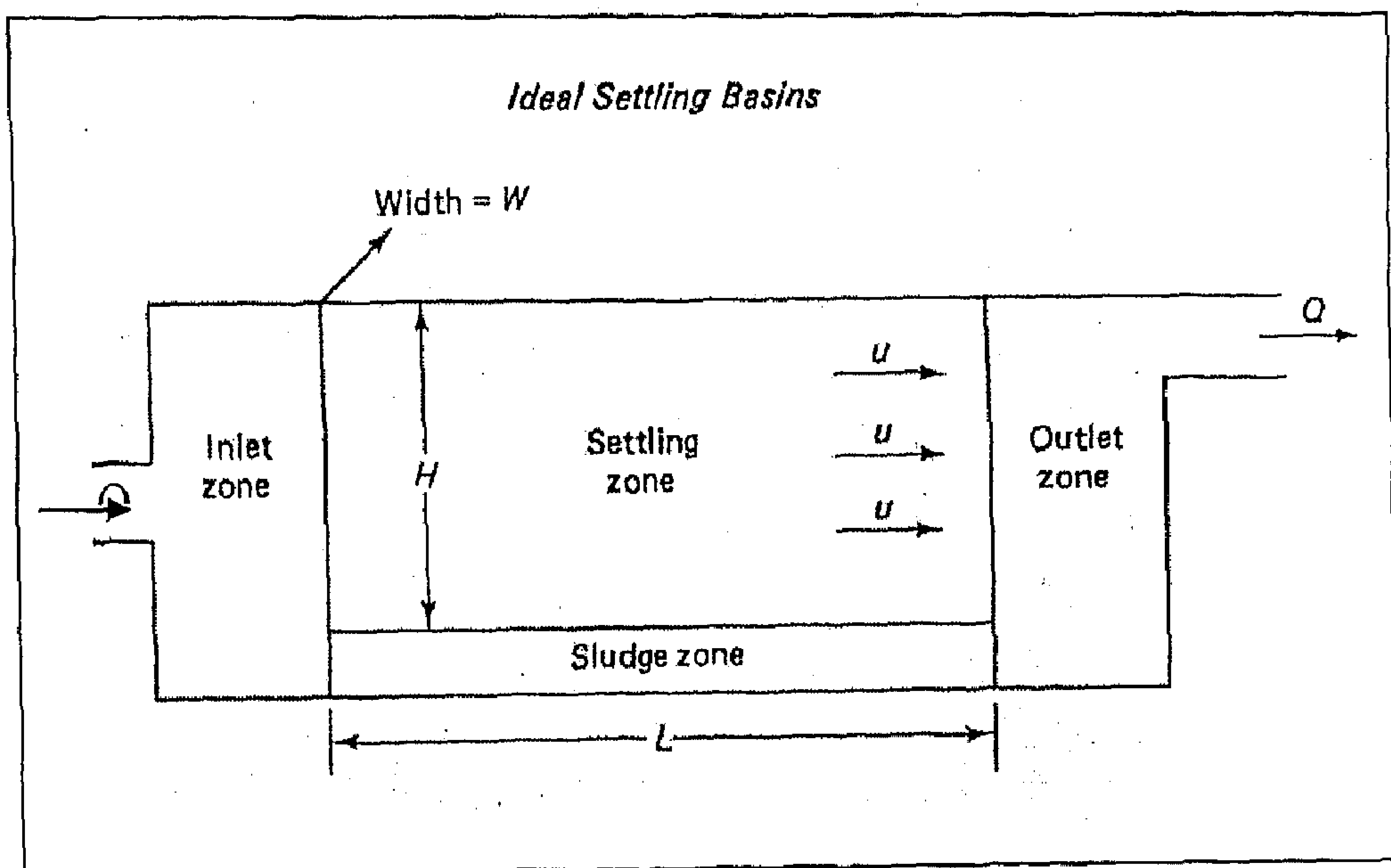
شكل الحوض	كيفية التصرف	طريقة التنظيف
دائري	ترسيب ذات تصرف راسي	أحواض تنظف يدويا
مستطيل	ترسيب ذات تصرف افقي	أحواض تنظف ميكانيكيا
مربع		أحواض تنظف هيدروليكيا

انواع أحواض الترسيب:

1- أحواض الترسيب الشائعة

هذه الأحواض تعتبر من أحسن الأحواض للترسيب الطبيعي وفيها توجد المياه بحيث تسير في الحوض أفقيا بسرعة لا تصل إلى الحد الأدنى الذي يعوق عملية الترسيب على أن تكون هذه السرعة منتظمة في الحوض. وهذه الأحواض إما مستطيلة أو مربعة أحيانا في المسقط الأفقي وهي الأكثر استعمالا في عمليات الترسيب الطبيعي كما هو مبين بالشكل ويتكون الحوض من 4 مناطق:

- المنطقة الداخلية: وفيه يتم توزيع المياه على المقطع الأفقي للحوض.
- منطقة الترسيب: وفيها ترسب المواد العالقة.
- المنطقة الخارجية: وفيها يتم تجميع المياه الرائقة.
- منطقة الحماءة: وفيها تتجمع المواد الصلبة فى أسفل الحوض ثم يتم إزالتها نهائيا.



شكل 2- 4 أحواض الترسيب المستطيلة

ولكي يتم ترسيب أكبر كمية ممكنة من المواد العالقة لابد أن تتوافر عوامل هندسية مختلفة في تصميم وتشغيل أحواض الترسيب ومن هذه العوامل :

(أ) السرعة الأفقية للمياه في الأحوض

(ب) المساحة السطحية للأحواض

(ج) مداخل الأحواض ومخارجها

(د) طريقة سحب الرواسب من الأحواض

ويضاف الي هذه العوامل عوامل اخري تؤثر علي كفاءة الترسيب منها :-

1- تركيز المواد العالقة في المياه

2- شكل المواد العالقة

3- حجم المواد العالقة

4- كثافة المواد العالقة

5- مدة بقاء المياه في الحوض

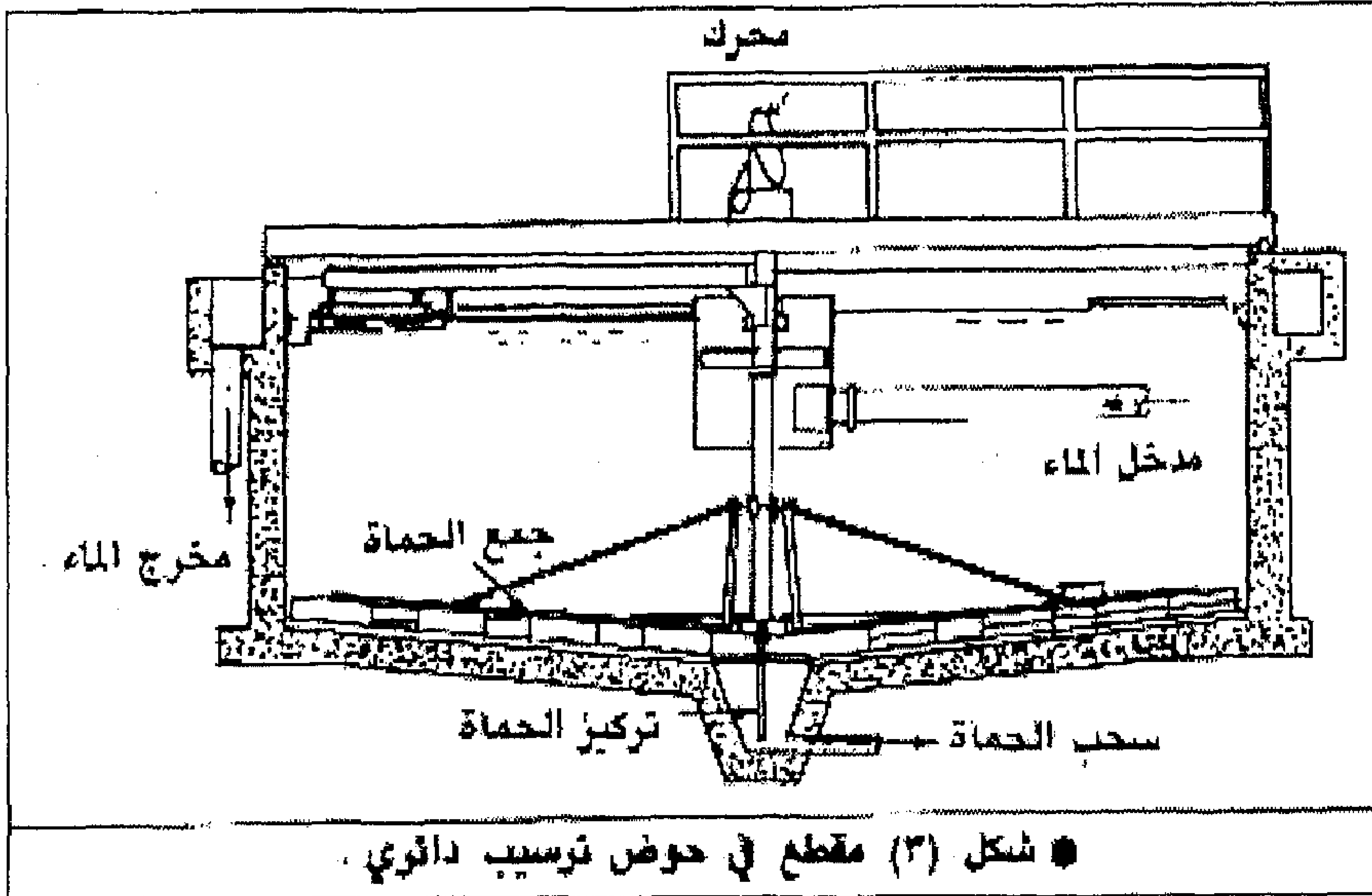
6- سرعة جريان المياه في الحوض

7- المساحة السطحية للحوض ونسبة الطول الي العرض

8- التيارات الثانوية

9- اختصار المياه لمسارها

10- طريقة تنظيف الحوض من الرواسب



● شكل (٣) مقطع في حوض ترسيب دائري .

العوامل التي تؤثر في كفاءة تشغيل أحواض الترسيب الإبتدائي

لكي يتم تحقيق اقصي كفاءة ترسيبية ممكنة لأحواض الترسيب الإبتـدائي فانـه يجب مراعاة الإجراءات الآتية قدر الامكان:

* المحافظة علي نظافة فتحات دخول وخروج المياه والهدار من تراكم أي مخلفات عليها لكي تحافظ علي سريان تيار المياه بدون اضطراب في سرعته ، والنظافة تـتم بسهولة بإستعمال خرطوم المياه وفرش النظافة .

★ الاهتمام بنظافة سطح حوض الترسيب من المواد الطافية ، فالخبث المتجمع يجب العمل دائما علي اخراجه من فتحة خروج الخبث ، فتراكم الخبث فوق سطح الحوض يسبب الروائح الكريهه ويجعل منظر سطح حوض الترسيب غير ملائم .

★ درجة الحرارة : لزوجة الماء تقل مع ارتفاع درجة الحرارة حيـث ان الحـرارة تعمل علي تقليل قوي التجاذب بين الجزيئات ومن ثم يزداد معدل ترسيبها ، وفي حالة انخفاض درجة الحرارة يصعب علي الجزئيات القابلة للترسيب في النـزول للقـاع ، ويلاحظ انه في الجو البارد يصعب ضخ الحمأءة ودفعها الي خطوط الطرد عنه فـي الجو الحار ولكن من عيوب الجو الحار انه يعمل علي تعفن الحماءة أسرع من الجـو البارد .

★ دوائر القصر : يجب أن تدخل مياه المجاري الي المروقات(أحواض الترسـيب الإبتدائية) بدون أن تحدث أي خلخلة أو إضطراب علي سطحه ، ويجـب أن يـتم انتشار هذه المياه بالتساوي علي كل مساحة سطح المروق ، كما يجـب أن تتـساوي السرعة في جميع مناطق المروق في اتجاه الخروج ، وفي حالة حدوث أي اضطراب في سرعة أو اتجاه التيار بسبب تراكم مخلفات علي بعض مناطق الهـدار أو بـسبب اختلاف منسوب بعض أجزاء الهدار فمثل هذه الأسباب تؤدي إلـي دوائـر القـصر وبالتالي انخفاض كفاءة الترسيب والترويق .

**★ زيادة الحمل: يجب المحافظة علي تحميل المروق طبقا للكمية المـصمم عليهـا، فزيادة التحميل تؤدي إلي سرعة دخول المياه عن معدل تصميم الوحـدات وسـرعة خروجها والتقليل من فترة المكوث بالمروق وكل هذه الأسباب تؤدي إلي تقليل كفـاءة المروق .

* طريقة سحب الحماءة عدم إزالة الحماءة يؤدي إلي سرعة حدوث حاله التعفن بسبب نشاط البكتريا اللاهوائية مع الحماءة . وينتج عن ذلك تصاعد فقاعات من الغازات المتصاعدة التي تلتصق بجزيئات المواد القابلة للترسيب وتعمل كعوامات تمنع مثل هذه المواد من الرسوب للقاع .

ويفضل سحب الحماءة لمدة قصيرة وفي فترات متقاربة عن سحبها لمدة طويلة وفترات متباعدة ، وأفضل الطرق إذا أمكن ضبط معدل سحب الحماءة بصفة مستمرة. ويجب مراعاة أن تكون معدلات سحب الحماءة بطيئة لأن زيادة سرعة السحب بفتح صمام التحكم بسرعة يؤدي لخروج قليل من الحماءة وكثير من الماء ، وتيار الماء الخارج بسرعة لا يسمح للحماءة اللاصقة بجدارن منطقة تجميع الحماءة في حوض الترسيب بالخروج.

والطريقة الصحيحة لسحب الحماءة هي فتح الصمام ببطء وملاحظة درجة كثافة الحماءة الخارجة وكلما لوحظ ان كمية من الماء بدأت تخرج مع الحماءة يزاد فتحة الصمام وببطء ، ويجب أن يعلم العاملين في تشغيل المروقات الإبتدائية إن سحب الحماءة بتركيز أقل من 3 في المائة يزيد تكاليف التشغيل وتكاليف تجفيفها وتركيزها ، وكذلك إذا تركت الحماءة للتركيز بدرجة أكبر من 6 في المائة فيؤدي ذلك إلي متاعب في التشغيل بسبب احتمال زيادة الحمل علي كاسحات الحماءة وأفضل تركيز للحماءة عند سحبها يكون عادة بين 4 الي 7 في المائة .

بعض الطرق الحسابية لأحواض الترسيب الإبتدائي (المروقات)

طريقة حساب مدة المكوث في المروق

مثال احسب عدد الساعات التي يمكثها الماء في مروق دائري قطره 45 متر وعمقه 3.5 متر ومعدل تحميله 50000 متر مكعب/ يوم .

الحل :-

مدة المكوث = حجم المروق (متر مكعب) / معدل التصرف في المروق (متر مكعب في الساعة)

حجم المروق = مساحة السطح (متر مربع) × في الارتفاع (متر)

مساحة السطح = 3.14÷4 × 45 × 45 = 1590 متر مربع

حجم المروق = 1590 × 3.5 = 5560 متر مكعب

معدل التصرف بالساعة = 50000 ÷ 24 = 2083 متر مكعب في الساعة

مدة المكوث = 5560 ÷ 2083 = 2.66 ساعة

طريقة حساب حمولة المواد العالقة علي المروق

مثال احسب حمولة المواد العالقة علي المروق إذا كان تركيزها في المياه الداخلة 250 مجم / لتر ومعدل تحميله 50.000 متر مكعب في اليوم .

الحل :-

تركيز المواد العالقة = 250 مجم / لتر = 250 جرام / متر مكعب = 0.250 كيلو جرام / متر مكعب

حمولة المواد العالقة =

تركيز المواد العالقة بالكيلو جرام * معدل التحميل (مترمكعب في اليوم)

= 0.25 × 50.000 = 12500 كيلو جرام في اليوم .

طريقة حساب كفاءة المروق

مثال احسب كفاءة مروق معدل تحميله 50000 متر مكعب تدخل فيه المواد العالقة بتركيز 250 مجم في اللتر وتخرج منه بتركيز 150 مجم في اللتر .

الحل :-

حمولة المواد العالقة الداخلة = تركيز المواد العالقة بالكيلو جرام × معدل التحميل (مترمكعب في اليوم)

= 0.25 × 50.000 = 12500 كيلو جرام في اليوم

حمولة المواد العالقة الخارجة = تركيز المواد العالقة بالكيلو جرام * معدل التحميل (مترمكعب في اليوم)

= 0.15 × 50.000 = 7500 كيلو جرام في اليوم

وزن المواد العالقة المزالة = 12500 -7500 = 5000 كيلو جرام

كفاءة المروق في إزالة المواد العالقة = (وزن المواد العالقة المزالة / حمولة المواد العالقة الداخلة) × 100 = 5000÷12500×100 = 40 %

طريقة أخري لحساب كفاءة المروق في إزالة المواد العالقة

$$\text{كفاءة عملية الترسيب} = \frac{\text{المواد العالقة الداخلة إلي حوض الترسيب} - \text{المواد العالقة الخارجة من حوض الترسيب}}{\text{المواد العالقة الداخلة الي حوض الترسيب}} \times 100$$

$$= \frac{250 \text{ مجم/ لتر} - 150 \text{ مجم / لتر}}{250 \text{ مجم /لتر}} \times 100 = 40\ \%$$

طريقة حساب وزن الحماءة المسحوبة من المـــروق بالكيلوجرامـــات وحجمهـــا بالمتر المكعب.

مثال احسب مقدار الحماءة المسحوبة من مروق حمولته 50000 متر مكعب في اليوم ودرجة تركيز المواد العالقة الداخلة 200 مجم /لتر والخارجة 120 مجـــم /لتـــر ودرجة تركيز المواد الصلبة في الحماءة المسحوبة 5 في المائة .

الحل : -

وزن المواد العالقة الداخلة = تركيز المواد العالقة بالكيلو جرام * معدل التحميـــل (مترمكعب في اليوم)

= 0.2 × 50000 = 10000 كيلو جرام في اليوم

وزن المواد العالقة الخارجة = تركيز المواد العالقة بالكيلو جرام * معدل التحميل (مترمكعب في اليوم)

= 0.12 × 50000= 6000 كيلو جرام في اليوم

وزن الحماءة المسحوبة في اليوم = 10000 -6000 = 4000 كيلو جرام في اليوم

حجم الحماءة المسحوبة بالمتر المكعب = وزن الحماءة ÷ تركيز المواد الصلبة = 4000÷0.05 = 80000 كيلو جرام

= 80 متر مكعب في اليوم

3-8-5 طريقة حساب مدة بقاء المياه داخل مروق

احسب مدة بقاء المياه داخل مروق سعته 2000 جالون والمروق يعالج 40 جلةن في الدقيقة من مياه الصرف .

الحل :

حجم المروق = 2000 جالون

معدل التدفق = 40 جالون / دقيقة

مدة البقاء = حجم المروق / معدل التدفق = 40/2000 = 50 دقيقة .

2- *المثخنات وحدات التكثيف بالجاذبية* *Gravity Thickeners*

هى عبارة عن أحواض للترسيب تستخدم في عملية تركيز المواد العالقة. وعامة فإن الجزيئات فى المثخن تترسب مجمعة فى منطقة الترسيب. وكما هو مبين بالشكل رقم (3-5) فإن قاع المثخن يمتلئ بطبقة من المواد الصلبة العالقة التى يزداد تركيزها كلما زاد العمق. ويتم فصل المياه المروقة من المواد الصلبة العالقة وإزالتها من أعلى المثخن وبذلك يوفر المثخن حماءة مركزة بالإضافة إلى مياه مروقة.

ومن أهم العوامل المؤثرة على كفاءة الترسيب مدى انتظام دخول وخروج الماء من الحوض وما قد ينتج في منطقتي المدخل والمخرج من دوامات وتيارات ثانوية تحد من ترسيب المواد العالقة. كما أن عدم انتظام توزيع المياه في المدخل وتجميعها في المخرج بكامل قطاع الحوض قد ينتج عنه مناطق راكدة **Dead Zones** في أنحاء الحوض مما يحد من السعة الفعالة للحوض ومن ثم يحد من مكوث الماء في الحوض، وبالتالي يقلل من كفاءة الترسيب. لذلك كان من الواجب مراعاة تصميم كل من المدخل والمخرج بحيث تضمن انتظام توزيع المياه وتجميعها وعدم تواجد المناطق الراكدة. ويوضح الشكل (3-5) المثخن الذى يعمل بالجاذبية.

ويتم تصميم أحواض الترسيب بأشكال وأحجام مختلفة فمنها المستطيل والدائري. وتتم عملية إزالة المواد الصلبة بمعدات ميكانيكية والتي تفصل المواد الصلبة العالقة لموقع تجميع متوسط أو عن طريق مجمعات هيدروليكية التي تزيل المواد الصلبة بالقرب من نقطة الصرف.

وفي هذه الأحواض يتم إزالة من 40-60% من المواد العالقة مع 25-50% من حمل الأكسجين الحيوي الممتص **BOD**. ويتراوح تركيز المواد الصلبة الناتجة من عملية الترسيب ما بين 4-10% للترسيب الأولي و 2-5،0 % للمثخنات التي تتعامل مع الحماءة الناتجة من مفاعلات الحماءة النشطة.

العوامل التي تؤثر علي كفاءة تركيز الحماءة

أ- مدي انتظام دخول وخروج الماء من حوض التكثيف وهو من العوامل الهامة حال عدم انتظام دخول وخروج المياه يمكن أن يؤدي إلي حدوث دوامـــات وتيـــارات ثانوية عند منطقتي المدخل والمخرج، وهذه التيارات تحد من عملية ترســيب المــواد العالقة ، كما ان عدم انتظام توزيع المياه في المدخل وتجميعها في المخــرج بكامــل قطاع الحوض قد ينتج عنه مناطق راكدة في انحاء الحوض **Dead Zones** مما يحد من السعة الفعالة للحوض ومن ثم يحد من مكوث الماء في الحوض ، وبالتالي يقلل من كفأءة الترسيب .

ولذلك من الواجب مراعاة تصميم كل من المدخل والمخرج بحيث يضمن انتظـــام توزيع المياه وتجميعها وعدم تواجد المناطق الراكدة.

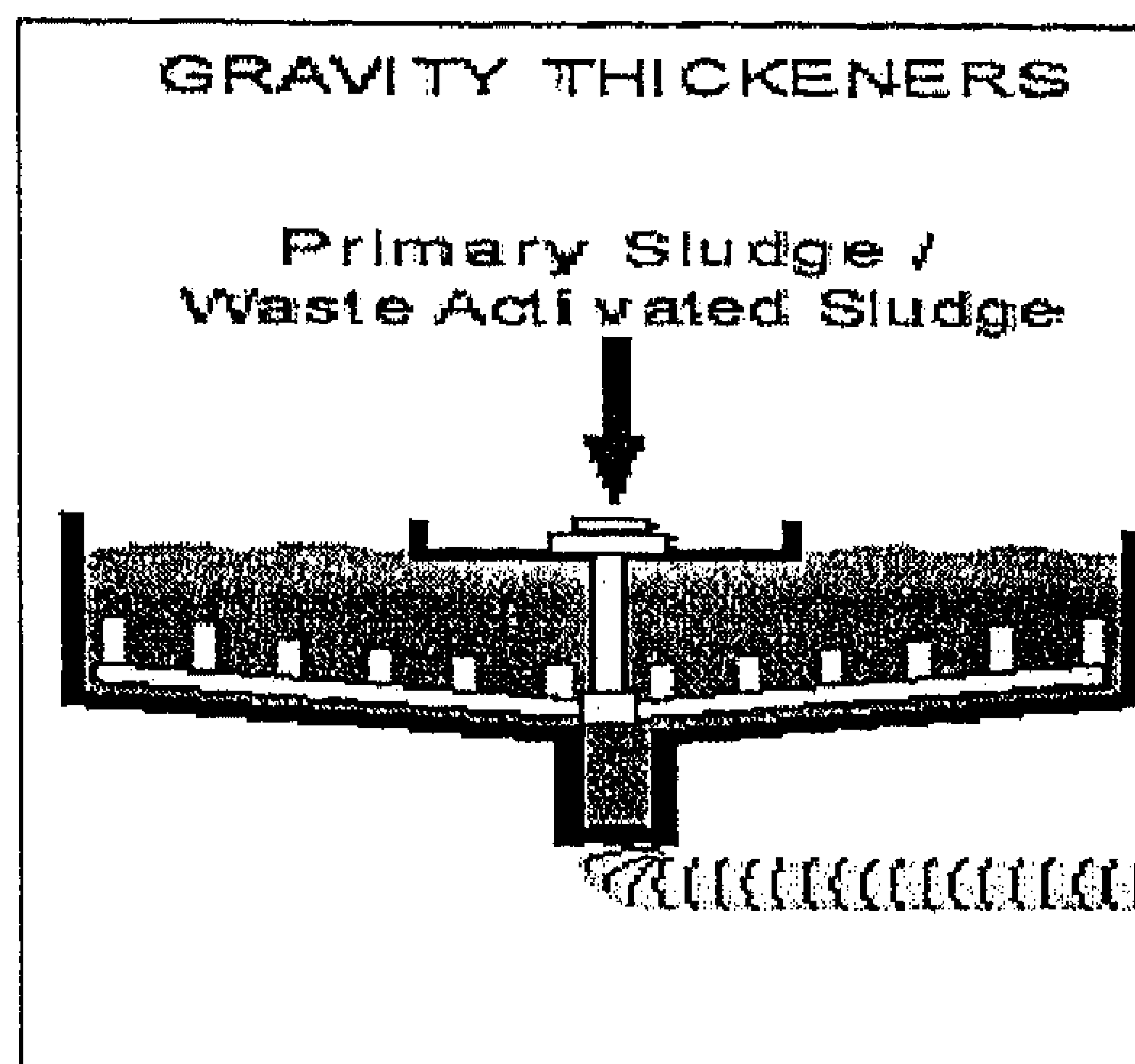
ب- نوعية الحماءة التي تم سحبها من المروقات وكمية الخبث بها ففي الوقت الذي تكون فيه الحماءة الأبتدائية أكثر كثافة لقلة الجزئيات المكونة لها وسهولة ترسيبها تكون الحماءة الثانوية أقل كثافة وتحتاج إلي مدة مكث أطول لأتمـــام ترســـيبها هـــذا بالإضافة إلي أن الخبث عادة يكون خفيف الوزن وكثرة كمية الماء المستعملة في دفعه تسبب تخفيف الخليط الداخل إلي المكثف

ج- ازدياد عمر الحماءة المراد تركيزها يؤدي الي تحللها بواسطة البكتريا وبذلك تتفتت الأجزاء الكبيرة منها بالإضافة إلي أن فقاعات الغازات المتولدة تلتصق بالأجزاء المتعفنة وتعمل كعوامات طافية يصعب معها الرسوب الي القاع .

د- ازدياد فترة المكوث في الوحدة يزيد من كفاءة التركيز ولكن يمكن أن يـــؤدي ذلك إلي نقص واستهلاك الأكسجين الذائب وتوقف نشاط البكتريا الهوائية وتبدأ البكتريا اللاهوائية في النشاط والنمو مسببة تحللا لاهوائيا للمواد العضوية ممـــا يـــؤدي إلـــي تعفنها.

و- الإرتفاع في درجة الحرارة يساعد علي تخفيف اللزوجة وزيادة كفاءة الترسيب ولذلك يمكن سحب الحماءة المركزة أكثر تكررا في الصيف منه اثناء الشتاء .

ي - زيادة الحمولة علي وحدة التركيز يقلل من كفأءة تشغيلها لزيـــادة المـــواد العالقة ، فيجب ملاحظة تحميل الوحدة في حدود الطاقة التصميمية لها .



صورة 2-1 توضح عملية التكثيف بالجاذبية للحماءة الابتدائية او الحماءة الثانوية

طريقة تشغيل وحدة التركيز

1. قبل البدء في ضخ الحماءة التي يراد تركيزها يتم التاكد من نظافة الحوض وخلوه من أية مواد غريبة .
2. تأكد من أن جميع عمليات الصيانة الوقائية من تشحيم وتغيير زيوت ودهانات وإصلاح أرضيات أو جدران خرسانية قد تمت .
3. إفحص جميع أجزاء الوحدة من كاسح الرواسب والعوارض الراسية المثبتة عليه وتأكد من الكاسحة الكاوتشوك سليمة **وغير متآكلة ومثبتة جيدا وملاصقة للارضية .**
4. تأكد من أن جميع فتحات دخول وخروج المياه نظيفة وليس بها أية معوقات أو شوائب تعوق سير المياه، وتأكد أيضا من **أن البوابات التي تتحكم في الوحدة ستعمل بسهولة في الفتح والقفل .**
5. إفحص مفاتيح توصيل الكهرباء وتأكد من أن المواتير جاهزة للعمل قبل توصيل الكهرباء .
6. قم بتشغيل وحدة كسح الرواسب وراقب كيفية دورانها خلال دورتين او ثلاث دورات كاملة ولاحظ عدم وجود اهتزازات **أو أصوات غير عادية .**
7. بعد التأكد من نظافة الحوض وكفاءة الاجهزة المركبة به، تأكد أيضا من أن بوابة سحب الحمأءة المركزة مقفولة جيدا ثم افتح بوابة الدخول وابدا في ضخ الحمأءة المخففة الي الوحدة .

8. ابدأ بتصريف الحماءة المركزة الراسية في القاع بصفة دورية ، ولاحظ ان تصريف الحماءة وهي في تركيز 8 الي 10 في المائة مناسب ولا تترك التركيز يزداد لان الحماءة ذات التركيز العالي اكثر من اللازم ستزيد الحمل علي وحدة الكسح وربما لا تقوي علي العمل وتتوقف ، وفي هذه الحالة نضطر الي تفريغ الوحدة وتنظيفها يدويا وهذا مجهود كبير ويحتاج عدة ايام لانجازه .
9. من الواجب غسل طلمبات سحب الحماءة المركزة وخط الطرد بعد كل عملية سحب حتي لا تعطي فرصة لتماسك هذه المادة المركزة وتسبب سدد شديد التماسك من الصعب تسليكه بالطرق العادية .

2-2-2 التعويم [Flotation]

وحدة التعويم هى الوحدة التى تستخدم فى فصل الجزيئات الصلبة أو السائلة من مياه الصرف. تتم عملية الفصل بواسطة إدخال غاز خام (عادة فقاعات هواء) إلى مياه الصرف. تلتحم الفقاعات بالجزيئات حيث تكفى قوة الطفو للجزيء المركب مع الغاز لرفع الجزيء إلى السطح. وبذلك يمكن للجزيئات التى لها كثافة أعلى من السائل أن تطفو.

يتم استخدام التعويم لإزالة المواد العالقة وزيادة تركيز الحمأة البيولوجية. الميزة الأساسية لعملية التعويم عن الترسيب هى أن الجزيئات الصغيرة جدا أو الخفيفة يمكن إزالتها بشكل كامل وفى وقت قصير. وعندما تطفو الجزيئات إلى السطح فإنه يتم إزالتها بواسطة عملية الكشط.

أنواع أنظمة التعويم:

- التعويم الهوائي:

فى هذا النظام والموضح بالشكل (3-6) تتكون فقاعات الهواء بإدخال الغاز إلى مياه الصرف عبر مضخة دوارة خلال المشتت. عملية التهوية بمفردها ليست كافية على المدى القصير للتأثير فى عملية الطفو للمواد الصلبة بالرغم من نجاح مثل هذه الوحدات فيما يتعلق بمياه الصرف التي تكون زبدا وهو عبارة عن حمأة طافية على السطح (**scum**).

□ التعويم اللاهوائي (Vacuum flotation):

هذه العملية تتكون من تشبع مياه الصرف بالهواء إما مباشرة فى خزان هوائي أو عن طريق السماح للهواء بالدخول من جانب السحب (الشفط) في مضخة الصرف. تطفو الفقاعات والجزيئات الصلبة الملتصقة بها إلى السطح مكونة طبقة رغوية والتى يتم إزالتها بطريقة الكشط. ويتم تجميع الزلط والجزيئات الصلبة الثقيلة المترسبة فى القاع فى الوسط كحمأة تمهيدا لإزالتها.

2-2-3 التجميع [Coalescence]

يستخدم أيضا لإزالة التركيزات المنخفضة من الزيوت الحرة والعالقة ويتم استخدامها كوحدة عمليات مستقلة أو كمرحلة نهائية لمعالجة الصرف الخارج من أنواع مختلفة من وحدات فصل الزيوت. و تتكون وحدة التجميع من طبقات من المواد الماصة للزيوت مثل القشور والراتنجات والقش والبلاستيك فى صورة شرائح دقيقة أو كرات أو على هيئة حلقات. وتجتذب المواد الماصة للزيوت قطرات الزيت الحرة الصغيرة بالإضافة إلى بعض أنواع الزيوت المستحلبة. وتلتحم جزيئات الزيت بالمادة مكونة قطرات أكبر ثم ترتفع إلى السطح حيث يسهل ازالتها والتخلص منها .

الباب الثانى

2

تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعى

الفصل الثانى

3-2 انظمة المعالجة الكيميائية

2-3-1 المعالجة الكيميائية التمهيدية

2-3-2 الترسيب الكيميائي

2-3-3 المعالجة الفيزيوكيميائية

2-4 المعالجة البيولوجية

3-2 انظمة المعالجة الكيميائية

2-3-1 المعالجة الكيميائية التمهيدية

وتشمل العمليات الآتية :-

التعادل	Neutralization
الأكسدة / الإختزال	Oxidation / Reduction
الترويب	Coagulation

التعادل Neutralization:

الغرض من عملية التعادل هو معادلة المخلفات السائلة الصناعية – سواء كانت حمضية أو قاعدية – بالمواد الكيميائية المناسبة قبل صرفها إلى المجارى العمومية أو إعادة استخدامها حيث تتطلب معظم التشريعات والقوانين البيئية أن يتراوح الأس الأيدروجيني بين 6- 9 قبل الصرف النهائي. وضبط الأس الهيدروجينى من المراحل الهامة فى معالجة الصرف الصناعى حيث أن المحاليل زائدة الحموضة غير مرغوب فيها وكذلك المحاليل زائدة القلوية، فتلك السوائل الزائدة تؤثر بالضرر الشديد علي خطوط ومواسير الصرف وكذلك علي كافة العمليات الفيزيائية والكيميائية لمعالجة مياه الصرف .

وبالنسبة للصرف الذي يتم معالجته بيولوجيا فإنه يجب أن يبقى مستوى الأس الأيدروجيني ما بين 6.5 و 9 لضمان البيئة المناسبة لتكاثر الكائنات الدقيقة. وتؤثر العمليات البيولوجية الهوائية على الأس الأيدروجيني بسبب تكون غاز ثاني أكسيد الكربون. وتمثل الأحماض المستنفدة، وخاصة حمض الكبريتيك، الجزء الأكبر من مياه الصرف الذي يحتاج إلى معادلة.

المواد المستخدمة فى المعالجة:

ويستخدم فى عمليات المعادلة العديد من المواد الكيميائية التى تختلف من حيث الكفاءة وكذلك من ناحية التكاليف. ويعتبر الجير من أكثر المواد المستخدمة في التعادل وذلك لسعره المنخفض، ولكن كثيرا ما يكون الجير الصلب بطيئا في التفاعل فيكون رواسب غير قابلة للذوبان مثل كبريتات الكالسيوم. أما بالنسبة لكربونات الصوديوم

وهيدروكسيد الصوديوم والأمونيا فهذه المواد مع أنها أعلى تكلفة ولكنها تتفاعل سريعا مع الأحماض مقارنة بالجير وهي أيضا شديدة الذوبان فى الماء لذلك فإن عملية التداول والتغذية تكون مناسبة وخاصة بالمعدات التى تعمل أوتوماتيكيا.

وتتم معادلة مياه الصرف القلوية باستخدام حمض الكبريتيك أو الأحماض المتخلفة من عمليات أخرى. ويمكن أيضا الاستفادة من الغازات المتسربة مثل ثاني أكسيد الكربون حيث أنه يكون حمض الكربونيك عند امتزاجه بالماء.

ويعتبر التعادل من أقدم الطرق الكيميائية وأكثرها استعمالا في معالجة مياه الصرف الحمضية والقلوية لتثبيت الأس الأيدروجيني ما بين 6 و 9 كما تتطلب معظم التشريعات البيئية، حيث أن الكثير من مياه الصرف الكيميائية تتعدى هذه الحدود وتتميز بالتذبذب الشديد مع الوقت.

وفي أغلب الأحيان، يتم معادلة مياه الصرف الحمضية باستخدام مجاري مياه الصرف القلوية أو الجير أو الدولومايت أو الأمونيا أو الصودا الكاوية أو كربونات الصوديوم. ويعتمد اختيار المادة القلوية المستخدمة على حجم مياه الصرف وتقلبات الأس الأيدروجيني بالإضافة إلى تكلفة المادة المستخدمة. وغالبا ما يستخدم الجير رغم أنه يتسبب في تكوين رواسب أو مواد عالقة فيتعين ترسيبها وترشيح المياه للتخلص منها قبل الصرف النهائي وذلك بسبب انخفاض تكلفة الجير.

وتحتاج مياه الصرف ذات القلوية المرتفعة إلى المعالجة باستخدام مجاري مياه الصرف الحمضية أو حمض الكبريتيك أو حمض الهيدروكلوريك أو الغازات المتسربة المحتوية على ثاني أكسيد الكربون. وعادة ما تتم عملية المعادلة على مرحلتين، فيتم أولا التعادل باستخدام خطوط مختلفة لمياه الصرف أو المواد الكيميائية قليلة التكلفة، ثم يتم التعادل النهائي غالبا باستخدام أجهزة تحكم والصودا الكاوية أو حمض الكبريتيك.

امثلة علي كيفية حساب عمليات التعادل داخل المصانع المختلفة

مثال 1

مياه الصرف المعالجة من أحد المصانع تحتاج لمعادلة الأس الهيدروجيني لها قبل المعالجة الإضافية فإذا علمت أن 50 مل من عينة من هذه المياه تحتاج إلي 2 مل من حمض الكبريتيك 1 عياري للوصول الي **pH** = 7.0 فكم يحتاج 200 متر مكعب من مياه الصرف من حمض الكبريتيك 2 عياري للوصول الي **pH** = 7.0.

الحل :

200 متر مكعب = 200.000 لتر = 200.000.000 مل

50 مل عينة تحتاج إلي 2.0 مل حمض الكبريتيك 1 عياري

200.000.000 تحتاج الي 8.000.000 حمض الكبريتيك 1 عياري

8.000.000 حمض الكبريتيك 1 عياري = 4.000.000 حمض الكبريتيك 2 عياري

ما يلزم من حمض الكبرينيك 2 عياري = 4.000.000 مل = 4.000 لتر

يمكن الحساب عن طريق القوانين

عيارية مياه الصرف = عيارية الحمض × حجمه / حجم العينة

= 2× 1 / 50 = 0.04 عياري

المطلوب من 2 عياري = معدل التدفق × عيارية الصرف / عيارية الحمض المطلوب

= 200.000.000× 0.04 / 2 = 4000.000 = 4000 لتر

مثال 2

ما هو عدد الجرامات من الصودا الكاوية المطلوبة لمعادلة 50000 لتر/ يوم من الصرف الصناعي الذي له **pH=1**

الحل :



NaOH .... Na + OH^-

NaOH = 40 g / mole

pH= 1 له تركيز لأيون الهيدروجين = 10/1 مول / لتر

عدد مولات أيون الهيدروجين المطلوبة في اليوم

= 50000 × 10/1 = 5000 مول **H** في اليوم

= 5000 × 40 = 200 كجم

□ **الأكسدة / الاختزال Oxidation / Reduction**

تستخدم المواد المؤكسدة فى معالجة الصرف الصناعى كخطوه أولى لإزالة المعادن الثقيلة أو أكسدة المواد العضوية أو كمرحلة أخيرة فى المعالجة لأكسدة

المركبات ذات الرائحة النفاذة مثل كبريتيد الهيدروجين أو لأكسدة المواد الغير عضوية مثل السيانيد ولعمليات التطهير.

ويعتبر الهواء هو المادة المؤكسدة الأقل تكلفة والأكثر انتشارا. يتم أكسدة الحديد الثنائى إلى الحالة الثلاثية من خلال تعريضه للهواء وتتم هذه العملية غالبا فى أبراج للأكسدة مشابهة لأبراج التبريد. ومن المواد الكيميائية المؤكسدة أيضا الكلور ونظيره الهيبوكلورايت فى صورتيه الصوديوم والكالسيوم وبرمنجنات البوتاسيوم. ويعد الكلور ومشتقاته من المواد المكونة للمركبات المسببة للسرطان عند استخدامها فى أكسدة المواد العضوية. ولذلك يجب التأكد أولا قبل استخدام الكلور من احتمالات تكوين أي مواد مسرطنة وذلك حتى إذا كانت العملية لا تتعلق بمياه الصرف.

وتستخدم مادة برمنجنات البوتاسيوم في أكسدة المركبات ذات الرائحة النفاذة القوية ولاكسدة المواد العضوية. ومن المواد الفعالة فى اكسدة المواد العضوية مثل الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD) هي مادة(فوق) بيروكسيد الهيدروجين.

اما الاختزال فيستخدم في معالجة مياه الصرف الصناعي في عمليات ازالة الالوان الصناعية من مياه الصرف باختزال المواد العضوية الملونة .

- الترويب (Coagulation)

الترويب عبارة عن إضافة مواد كيميائية تساعد على إحداث تغير فيزيوكيميائي للجسميات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها وبالتالي تجمعها ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب نظرا لزيادة حجمها. وتستخدم عدة مخثرات كيميائية من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم والبوليمر .

ويستخدم فى الترويب بعض الكيماويات الغير قابلة للذوبان في الماء والتي تكون مع المياه ندف هلامية Floc وهذه الندف تلتصق بالمواد العالقة في المياه ويزداد حجمها ووزنها وتتجمع وتترسب ممتزة علي سطحها الجسيمات العالقة الدقيقة .

وكيماويات الترويب تحمل غالبا شحنة موجبة والاجسام العالقة تحمل شحنة سالبة وعندما يلتصقان يحدث نوعا من تعادل الشحنات مما يسهل من عملية ترسيب المواد العالقة في المياه لزيادة وزنها وحجمها .

المادة المروبة + المزج السريع ⟵ الندف الهلامية

الندف + مزج بطيء ⟵ تجمع وترسب الندف

وتحدث عملية الترويب أثناء عملية المزج السريع للمياه. والغرض منه خلط محلول المروب مع الماء خلطا سريعا ينتج عنه مزج المروب مع الماء مزجا تاما.

هناك نظريتان لشرح طرق ثبات وعدم ثبات أنظمة المروبات:

- النظرية الكيميائية التى تقترح أن المروبات عبارة عن مكونات ذات أساس كيميائى محدد تحدث نتيجة تفاعلات كيميائية معينة بين حبيبات الترويب والمروب الكيميائى المضاف.
- النظرية الفيزيائية تقترح أن الانخفاض فى قوى الشد الموجودة لفصل الحبيبات عن بعضها تحدث من خلال الانخفاض فى القوى الالكتروستاتيكية مثل قوة زيتا الثابتة. ومن الصعب الحصول على الترويب والمزج والترسيب الجيد فى عمليات معالجة الصرف الصناعى.

وعملية الترويب تتم علي ثلاث مراحل متتابعة وهي:-

تجهيز المادة المروبة

المزج السريع للمادة المروبة مع المياه

المزج البطيء في احواض التزغيب

المروبات المستخدمة عادة هي كبريتات الالمونيوم (الشبه) وكبريتات الحديديك وكبريتات الحديدوز وكلوريد الحديديك والومنيات الصوديوم ، وفي بعض الحالات تستخدم البلمرات عالية الكثافة في عملية الترويب .

عملية تجهيز كيماويات الترويب

يجهز المحلول المروب في خزانات معينة مجهزة أو صندوق معدني مثقب ثم يرش بالماء ثم يوضع المحلول في خزانات حيث يجهز تركيز للشبه مثلا من 3 الي 5 % ويجب ألا يقل التركيز عن 2.0 % .

عملية المزج السريع (Rapid Mixing)

تتوقف الطريقة المستخدمة في المزج السريع للمادة المروبة مع المياه علي نوع المادة المروبة وكمية المواد العالقة وحجم المحطة ومعدل التدفق، والغرض منه انتشار المادة المروبة في المياه بأسرع طريقة ممكنة ويتم ذلك في مدة قصيرة تتراوح بين 20 الي 60 دقيقة وتتم عملية المزج السريع بأحد الطرق الاتية :-

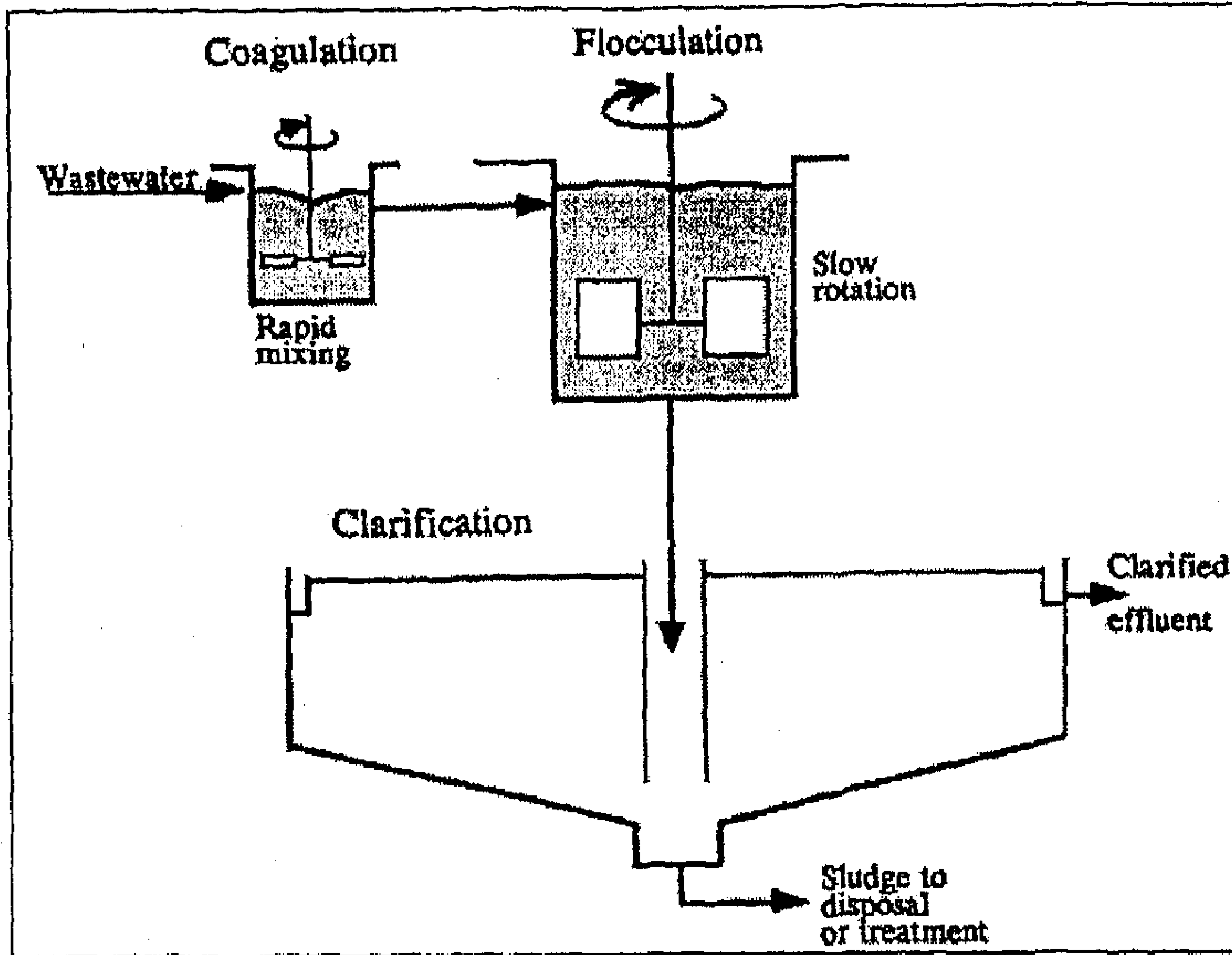
1. الخلط الميكانيكي وفيه يستخدم خلاط ميكانيكي لاتمام عملية المزج بحيث تكون سرعة القلاب (ذراع الخلط) 300 الي 600 لفة في الدقيقة .
2- الخلط باستخدام المضخات وهو لايتأثر بمعدل التدفق .
3- اضافة المادة المروبة في مدخل حوض المزج السريع
4- الخلط في الخط

- **عملية المزج البطيء (Flocculation)**

الهدف من هذه العملية هو التصاق أكبر كمية ممكنة من المواد العالقة الدقيقة على سطح الكيماويات المضافة. ويمكن تنفيذ هذه العملية إما بالتحريك الميكانيكي أو بتحريك الهواء وتكون جديرة بالأخذ في الاعتبار عندما نحتاج إلى:

- زيادة نسبة التخلص من المواد العالقة والأكسجين الحيوي الممتص (BOD) في أحواض الترسيب الأولية
- المعالجة النهائية لأنواع خاصة من مياه الصرف لصناعات معينة
- تحسين أداء أحواض الترسيب الثانوية وخاصة في عمليات الحمأة المنشطة وأيضا من أجل زيادة احتمالات الاصطدام بين حبيبات الترويب وبالتالي زيادة التصاقها ببعض لتكوين مواد صلبة قابلة للترسيب أو للترشيح. وتتم العملية من خلال التحريك المطول لحبيبات الترويب لزيادة الحجم والكثافة.

ويمكن إجراء هذه العملية في أحواض منفصلة تتواجد في تركيب المروق. كما يمكن استخدام طريقة المزج البطيء باستعمال الهواء وفيها يجب ضبط نظام تزويد الهواء بحيث يمكن تغيير مستوى الطاقة في جميع أجزاء الحوض. وعادة يتم خفض كمية الطاقة الداخلة في كلا النظامين - الهوائي والميكانيكي - وذلك حتى لا يتم تكسير الجزيئات التي تجمعت وتكونت في بداية العملية خلال خروجها من خزان المزج البطيء.



شكل 2-6 لمحطة معالجة صرف صناعي يبين عمليات الترويب شاملة عمليات المزج البطيء والسريع

العوامل التي تؤثر علي كفاءة الترويب:

1. تركيز أيون الهيدروجين في المياه
2. وجود الأيونات السالبة في المياه .
3. تركيز المادة المروبة المضافة
4. درجة ومعدل خلط المياه مع المادة المروبة
5. تركيز المواد العالقة في المياه
6. درجة الحرارة

2-3-2 الترسيب الكيميائي Chemical Precipitations

وتتكون عملية الترسيب الكيميائي لمعالجة مياه الصرف من إضافة الكيماويات التي من شأنها تغيير الحالة الفيزيائية للمواد الصلبة الذائبة والعالقة وتسهيل عملية التخلص من هذه المواد عن طريق الترسيب. وفي بعض الأحيان يكون هذا التغيير طفيفا وتتأثر عملية التخلص سلبا بسبب حبس هذه المواد في كتلة مترسبة كبيرة الحجم

يتكون معظمها من المادة الكيميائية نفسها. ومن نتائج هذه الإضافات الكيميائية أيضا زيادة نسبة المواد الذائبة في مياه الصرف.

وفي الماضي كانت طرق الترسيب الكيميائي تستخدم لتحسين عمليات إزالة المواد العالقة والحمل العضوي BOD_5 من المياه في حالات:

1. اختلاف تركيز الصرف على مدار الفصول (كما هو الحال في صناعات تعليب الأغذية مثلا)
2. الاحتياج إلى درجة معالجة متوسطة
3. كوسيلة مساعدة لعملية الترسيب الطبيعي.

وقد أدى الاحتياج إلى توفير الإزالة الكاملة للمركبات العضوية والمغذيات (النيتروجين والفوسفور) الموجودة بمياه الصرف إلى زيادة الاهتمام بالترسيب الكيميائي.

وقد تم تطوير العمليات الكيميائية للمعالجة الثانوية الكاملة للمياه الملوثة، بما فيها إزالة النيتروجين أو الفوسفور أو كليهما، بالإضافة إلى تطوير عمليات كيميائية أخرى لإزالة الفوسفور بالترسيب الكيميائي إلى جانب المعالجة البيولوجية.

الترسيب الكيميائي لتحسين أداء المحطة:

تم استخدام العديد من المواد الكيميائية للترسيب على مدى السنوات. ويوضح الجدول (2-2) أكثر هذه المواد استخداما. وتعتمد درجة الترويق على كمية الكيماويات المستخدمة وعلى دقة التحكم في العملية نفسها. ويمكننا من خلال الترسيب الكيميائي الحصول على صرف ذي درجة عالية من النقاء وخال إلى حد كبير من المواد العالقة أو الرغوية.

والكيماويات المضافة لمياه الصرف تتفاعل مع مواد موجودة أصلا وطبيعيا في مياه الصرف (المركبات المسببة للقلوية) أو تتفاعل مع مواد قد تكون أضيفت لمياه الصرف.

جدول (2-2) الكيماويات المستخدمة في معالجة مياه الصرف الصناعى

المادة الكيميائية	الرمز الكيميائي	الوزن الجزيئي
1. كبريتات الألمونيوم (الشبه)	Aluminum sluphate alum $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$	666.7
2. كبريتات الحديدوز	Ferrous Sulphate $FeSo_4 \cdot 7H_2O$	278.0
3. كبريتات الحديديك	Ferric Sulphate $Fe_2(SO_4)_3$	400
4. كلوريد الحديديك	Ferric Chloride $FeCl_3$	162.1
5.هيدروكسيد الكالسيوم "جيرمطفى"	$Ca(OH)_2$	56 as CaO

ومن خلال الترسيب الكيميائي يمكن إزالة من 80 إلى 90 % من المواد العالقة الكلية ومن 50-80 % من الأكسجين الحيوي الممتص BOD ومن 80-90 % من نسبة البكتريا الموجودة في مياه الصرف. وفي المقابل يوفر الترسيب الطبيعي إزالة 50 إلى 70 % فقط من المواد العالقة الكلية و25 إلى 40 % من البكتيريا. إذا فالكيماويات المضافة تتفاعل مع المواد الموجودة أصلا في مياه الصرف أو التي تضاف لهذا الغرض لإتمام عملية الترسيب الكيميائي.

والكيماويات لابد ان تضاف الي مياه الصرف ثم تخلط جيدا مع المياه حتي يتم التفاعل الكيميائي ويتكون المرسبات الزغبية والتي تنتقل الي احواض الترسيب حيث تترسب وترسب معها المواد العالقة الصغيرة جدا ذات الاحجام الدقيقة جدا .

أما المواد العضوية الذائبة فلا تتأثر كثيرا بعمليات الترسيب الكيميائي إذ أنها في اغلب الاحيان تحتاج إلي بوليمرات وكيماويات خاصة .

وتتناسب الكيماويات المضافة مع معدل تدفق مياه الصرف ، حيث تضبط الجرعات مما يعطي ندف ومواد زغبية يسهل ترسبها في الاحواض .

(الشبة) كبريتات الالمونيوم المائية

Aluminum Sluphate Alum $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$

مياه الصرف تحتوي علي المواد المسببة للقلوية (بيكربونات الكالسيوم وبيكربونات الماغنيسيوم) ، وعندما تضاف الشبة الي المياه فان التفاعل يسري علي النحو التالي:



$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O + 3Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow CaSO_4 + Al(OH)_3 + 6CO_2 + 18H_2O$$

Aluminium Sulfate	Calcium bicarbonate	Calcium sulfate	Aluminium hydroxide

* تتكون ندف جيلاتينية من هيدروكسيد الالمونيوم والذي يترسب ببطء في مياه الصرف والذي يكسح ويجرف معه المواد العالقة في المياه محدثا ترويقا ملحوظا للمياه.

ولكي يتم هذا التفاعل بصورة جيدة لابد أن يتوفر في مياه الصرف المواد المسببة للقلوية مثل بيكربونات الكالسيوم والماغنيسيوم حتي يتم التفاعل بين هذه المواد والشبة محدثة ترسيب كيمائي .

ويتوقف استخدام الشبة كمادة مروبة علي أساس أنه عند إضافتها إلي المياه فان هيدروكسيد الالمونيوم يتحلل منتجا أيون الهيدروجين الذي يعمل علي خفض الرقم الهيدروجيني للماء كما توضح المعادلة الآتية :-



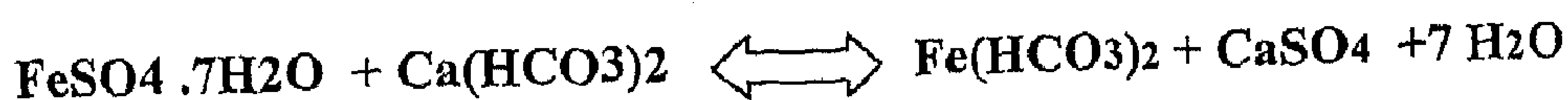
$$Al(OH)_3 + H_2O \longrightarrow Al(OH)_4 + H^+$$

وطبقا للمعادلة السابقة فإن كل تركيز من الشبة قدره 10 مجم / لتر يحتاج إلي 4.5 -5.0 مجم لكل لتر من القلوية، ومن ثم فان قلت القلوية عن هذا التركيز يلزم إضافة كمية من الجير لتعويض هذا النقص ولكن هذا قلما يحدث في مياه الصرف إذا تحتوي المياه علي كميات كافية من مركبات القلوية .

وأهمية ضبط الرقم الهيدروجيني ترجع إلي الزغبات والندف التي تتكون بفعل مروب الشبة قد تختفي في حالة نقص الرقم الهيدروجيني وكذلك في حالة زيادته، فعند زيادته يتأين هيدروكسيد الالمونيوم إلي الالومنيات التي تذوب في الماء . ولذلك فقد اثبتت التجارب المعملية أن أفضل النتائج لتكوين الندف هي في مدي للرقم الهيدروجيني يتراوح بين 6.4 الي 8.0 .

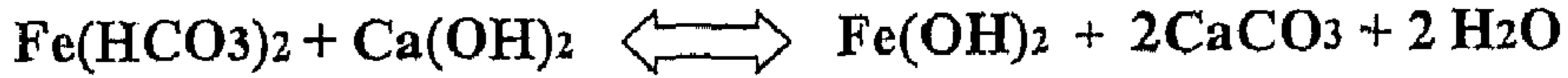
كبريتات الحديدوز Ferrous Sulphate $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

في معظم الأحيان كبريتات الحديدوز لا تستخدم منفردة كمادة مرسبة لأن الجير لابد أن يضاف في نفس الوقت للحصول علي مادة مرسبة جيدة . والتفاعل لكبريتات الحديدوز منفردة مع المياه يكون كالاتي :-



$$FeSO_4 \cdot 7H_2O + Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow Fe(HCO_3)_2 + CaSO_4 + 7H_2O$$

وعند اضافة الجير في صورة هيدروكسيد الكالسيوم فالتفاعل يسير علـــي النحـــو التالي :-



$$Fe(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \Longleftrightarrow Fe(OH)_2 + 2CaCO_3 + 2H_2O$$

وهيدروكسيد الحديدوز يتأكسد لهيدروكسيد الحديديك الثلاثي بفعـــل الاكـــسجين الموجود الذائب بمياه الصرف



$$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \Longleftrightarrow 4Fe(OH)_3$$

هيدروكسيد الحديديك لا يذوب في الماء ويتكون في صورة ندف جيلاتينية شبيها بالندف المتكونة بالشبة، ويترسب حاملا معه المواد العالقة الموجودة في المياه .

وحسب المعادلات السابقة فان كل 10 مجم من كبريتات الحديدوز تحتاج الي 4.0 مجم من الجير و 0.29 مجم من الاكسجين الذائب.

ولأن تكون الراسب الجيلاتيني من هيدروكسيد الحديديك يعتمد اساسا علي وجود الأكسجين الذائب في المياه ولأن مياه الصرف الصحي أو الصناعي تكاد تخلـــو مـــن الأكسجين فإن كبريتات الحديديك قد تستعمل بدلا من كبريتات الحديدوز كمادة مرسبة لمياه الصرف وفي هذه الحالة لايتطلب إضافة الجير أو الاكسجين الذائب .

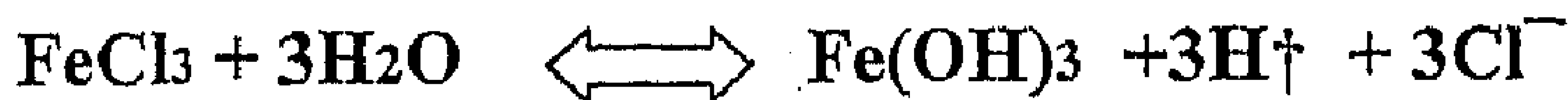
كلوريد الحديديك Ferric Chloride $FeCl_3$

يعد كلوريد الحديديك من أشهر وأكثر المواد استخداما كمادة مرسبة لمياه الصرف الصحي والصناعي، وكلوريد الحديديك يتميز بأنه شديد النشاطية والعدوانية في حالته الصلبة أو السائلة ، وأملاح الحديديك عامة عوامل أكسدة تزيل كبريتيد الهيـــدروجين وتحسن نوعية المياه ويستخدم بكثرة في تنقية مياه الـــصرف الـــصحي والـــصناعي وترسيب المعادن الثقيلة .

وقد تحتاج مركبات الحديديك إضافة مواد لزيادة القلوية مثل هيدروكسيد الكالسيوم وذلك لسهولة تكون هيدروكسيد الحديديك ، إلا أن مياه الصرف الصحي قـــد تحتـــوي علي كميات كافية من مركبات القلوية .

والمعادلات التالية تشرح تفاعلات كلوريد الحديديك وكبريتات الحديديك

Ferric Chloride



$$FeCl_3 + 3H_2O \Longleftrightarrow Fe(OH)_3 + 3H^+ + 3Cl^-$$



$$3H^+ + 3HCO_3^- \Longleftrightarrow 3H_2CO_3$$

Ferric Chloride and Lime



$$FeCl_3 + 3Ca(OH)_2 \Longleftrightarrow 3CaCL_2 + 2Fe(OH)_3$$

Ferric Sulfate and Lime



$$FeSO_4 + 3Ca(OH) \Longleftrightarrow 3CaSO_4 + 2Fe(OH)_3$$

ولكلوريد الحديديك دور هام في معالجة الحماءة الناتجة من الهاضمات اللاهوائية حيث تضاف جرعات من كلوريد الحديديك اليها ليتم تقليل بالاختزال للكميات الناتجة من غاز كبرتيد الهيدروجين (يمكن لغاز كبريتيد الهيدروجين المتراكم ان يتأكسد حيويا داخل الشبكات ويتحول إلي حامض الكبرتيك والذي يسبب تأكل لمواسير الغلايات التي تسخن احواض التخمير وكذلك جميع المواسير التي تمر بها الحماءة بعد ذلك) .

ازالة الفسفور بالترسيب الكيميائي

إزالة الفسفور من مياه الصرف تشمل ادماج الفسفور مع المواد العالقة ومن ثم تزال المواد العالقة الصلبة ومعها الفسفور .

وقد يتم ادخال الفسفور داخل الكتلة البيولوجية (الكائنات الحية الدقيقة) أو مع المرسبات الكيمائية .

ازالة الفسفور كيمائيا بالمرسبات الكيميائية

الكيماويات المستخدمة لإزالة الفسفور تشمل بعض الأملاح المعدنية والجير ، والأملاح الشائعة هي أملاح كلوريد الحديديك والشبه (كبريتات الالمونيوم المائية) وكبريتات الحديدك وكلوريد الحديدوز والذي يكون ناتجا عن عمليات تصنيع الصلب.

هناك أنواع من البوليمرات تستخدم بكفاءة لازالة الفسفور وتستخدم غالبا مع املاح الحديد والشبه .

الجير كمرسب يستخدم بدرجة أقل نتيجة كونه يعمل علي زيادة الحماءة الناتجة بالمقارنة بين الأملاح الأخري ، هذا بالإضافة إلي مشاكل التشغيل والصيانة للمعدات التي يسببها استخدام الجير نتيجة نقله وتداوله .

يمكن التحكم في ترسيب الفوسفور في مياه الصرف حيث يمكن ترسيبه في اي مرحلة من مراحل المعالجة وفي اكثر من موقع .

والاماكن العامة التي يمكن ان يزال منها الفسفور تقسم الي ثلاث مناطق

الترسيب الأولي Pre-precipitation

الترسيب في المرحلة الثانوية CO-precipitation

الترسيب في المرحلة الأخيرة Post-precipitation

ا- الترسيب الأولي Pre-precipitation

وفيه يتم إضافة الكيماويات لمياه الصرف الخام لترسيب الفسفور في أحواض الترسيب الإبتدائي حيث يزال الفسفور مع الحماءة الإبتدائية المزالة .

الترسيب في المرحلة الثانوية(الوسطي) CO-precipitation

وفيه يتم إضافة الكيماويات للمياه خلال مراحل المعالجة البيولوجية الثانوية لتكوين مواد يمكن ترسيبها (مواد مترسبة) تزال مع الحماءة الثانوية المنصرفة.

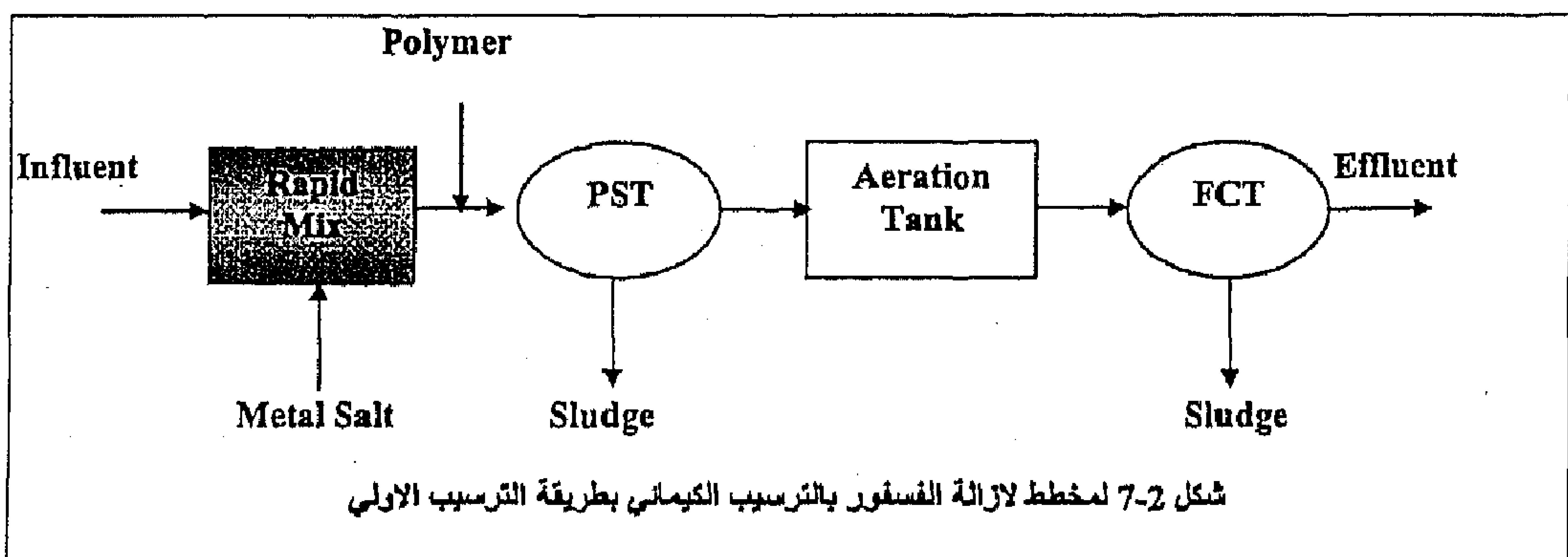
والكيماويات يمكن أن تضاف

- الي المياه الخارجة من أحواض الترسيب الابتدائي
- او الي السائل المخلوط باحواض التهوية وذلك في محطات المعالجة بالحماءة المنشطة .
- للمياه الخارجة من المعالجة البيولوجية قبل دخولها إلي وحدات الترسيب الثانوي.

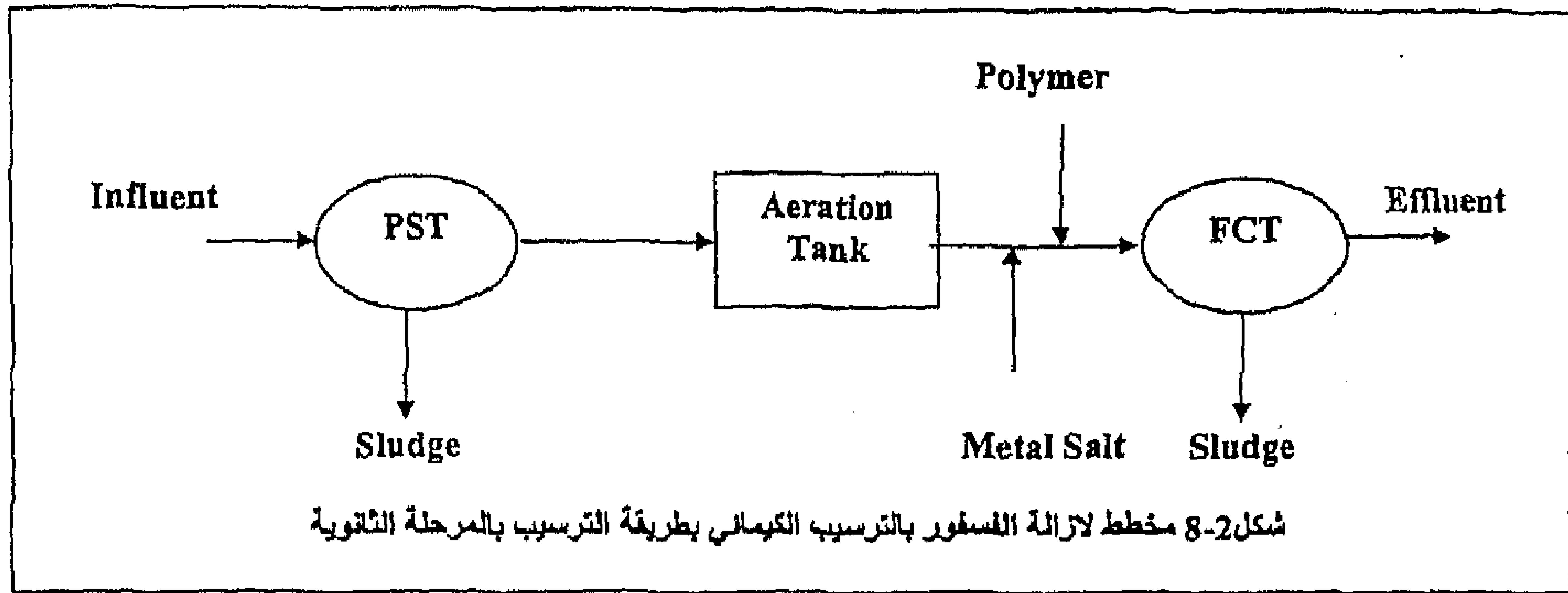
الترسيب في المرحلة الاخيرة(النهائية) Post-precipitation

وفيه يتم إضافة الكيماويات للمياه الناتجة المعالجة الخارجة من وحدات الترسيب الثانوي ، ومن ثم تزال الحماءة المترسبة في أحواض ترسيب خاصة أو من خلال مرشحات أو فلاتر خاصة لمياه المخرج .

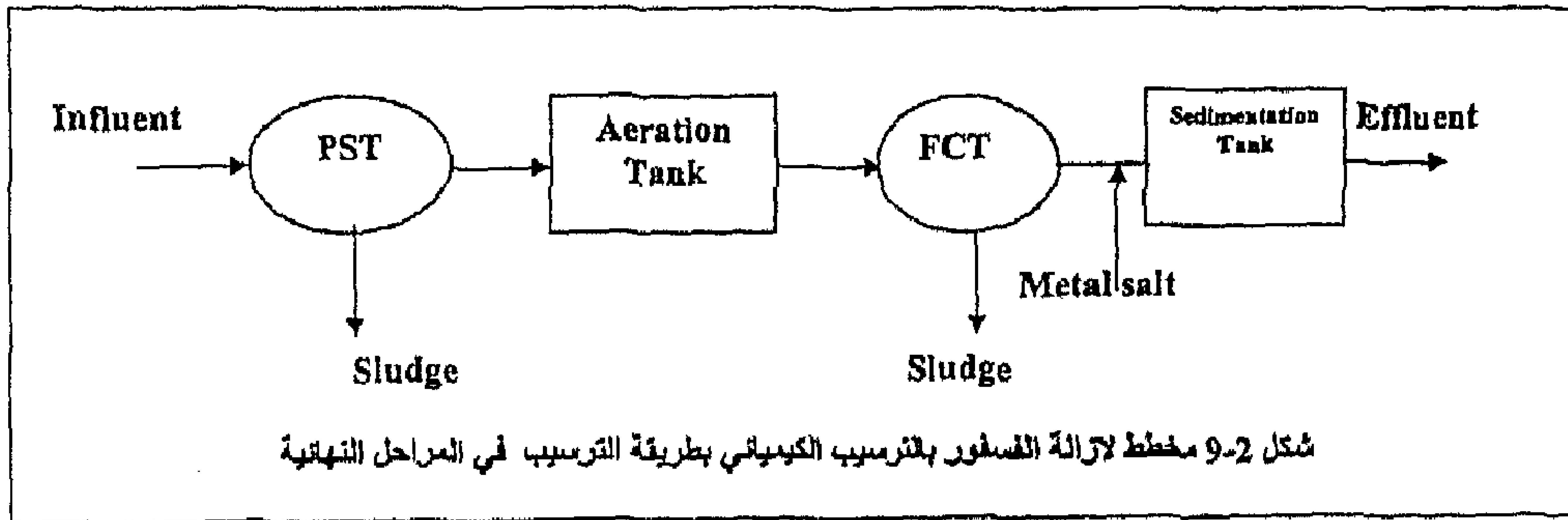
الشكل القادم يمثل مخططا لهذه الانواع من الترسيب:



شكل 7-2 لمخطط لازالة الفسفور بالترسيب الكيماني بطريقة الترسيب الاولي



شكل2-8 مخطط لازالة الفسفور بالترسيب الكيمائي بطريقة الترسيب بالمرحلة الثانوية



شكل 2-9 مخطط لازالة الفسفور بالترسيب الكيميائي بطريقة الترسيب في المراحل النهائية

إزالة العناصر الثقيلة بالترسيب الكيميائي

الترسيب الطبيعي يسهم في التخلص من 30 الي 40 % من العناصر الثقيلة في مياه الصرف ، بينما الترسيب بالكيماويات مثل الجير مثلا يسهم في التخلص من حوالي 80 % منها .

وهذا يتضح من الجدول الاتي :-

جدول 2-3

العنصر	تركيزه في مياه الصرف	نسبة الازالة بالترسيب %	نسبة الازالة بالترسيب الكيميائي (باستخدام الجير)%
الحديد	6.3	48	80
النحاس	0.6	28	60
الكروم	0.34	40	58
الرصاص	0.12	33	55
الزئبق	0.028	15	50
النيكل	0.08	15	15
الزنك	0.7	38	70

2-3-3 المعالجة الفيزيوكيميائية

نظام الطفو الهوائي المذاب (DAF)

في هذا النظام يتم ملامسة الهواء لمياه الصرف تحت ضغط عال مما يؤدى إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاقيع هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. ويتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

وتشمل العمليات معالجة الصرف الناتج من وحدات فصل الزيوت (API) الموجودة في صناعات تكرير البترول والصرف الناتج عن الصناعات المعدنية وصناعات الورق وتجهيز الدواجن وإعادة استخدام الزيوت فى صناعات تعليب اللحوم والبطاطس النصف مقلية وبعض صناعات منتجات الألبان. ومن الاستخدامات الهامة أيضا تثخين الحماءة.

هذه الوحدات غالبا تخفض نسبة الزيوت إلى 5 ملجم/ لتر أو أقل وربما يحتاج الهواء المنبعث إلى معالجة فى وحدة تحكم خارجية. ويتراوح معدل الصرف لوحدات الـ **DAF** في الغالب من 1500 إلى 3000 جالون/يوم/قدم^2 وزمن الاستبقاء من 30-40 دقيقة.

ومن الصور الأخرى لوحدات الـ **DAF** هو وحدة طفو الهواء المذاب (**DAF**). وهي تستخدم عادة فى حقول البترول ولمعالجة مياه الصابورة للسفن والناقلات البحرية. ورغم أن هذه الوحدات لم تكن مستخدمة في الماضي إلا نادرا فى الصناعات الكيميائية ومعامل التكرير إلا أن الاهتمام بها يزيد لكونها وحدة محكمة تماما ويمكن أن تستخدم الغازات المسترجعة في عملية الطفو.

وتعمل الوحدة على التغذية بواسطة البوليمر وتحتوي عادة على أربعة مضارب على شكل مضرب البيض لعمل رغاوي من أجل تسهيل عملية الطفو. وتستهلك الوحدة كميات كبيرة من الطاقة ولكنها تتطلب مساحة أقل بكثير من وحدات الـ **DAF**. وبذلك تعتبر في نفس مستوى الكفاءة، إن لم تكن أكفأ، من وحدة الـ**DAF** تبعا لمواصفات الزيوت والمستحلبات.

والتصاق فقاقيع الهواء من خلال المزيج المعلق تجعل الحبيبات تطفو على السطح نتيجة تراكم الهواء على سطح الجزيئات واصطدام الفقاعات المتصاعدة مع الجزيئات

العالقة وانحباس فقاعات الغاز أثناء تصاعدها أسفل الجزيئات وامتزاز الغاز من خلال الكتل الهلامية المكونة أو المترسبة حول فقاعات الهواء.

وهناك ثلاثة أنواع من الأنظمة المضغوطة التي تستخدم من أجل إذابة الهواء لعملية الطفو. فيستخدم الضغط الكامل عندما تحتوى المياه على نسب عالية من المواد الزيتية. ولا يؤثر التقليب المستمر فى أنظمة الضغط على نتائج المعالجة. ويستخدم نظام الضغط بتدفق متوسط عند وجود نسب متوسطة من المواد الزيتية. وهنا أيضا لا يؤثر التقليب المستمر على كفاءة المعالجة بشكل كبير.

أما أنظمة الضغط بإعادة التدفق فتستخدم لمعالجة المياه المحتوية على مواد صلبة أو زيتية التي ربما تتحلل بسبب التقليب السريع فى أنظمة الضغط الأخرى. ومن هذا المنطلق تستخدم وحدة الـ**DAF** بعد المعالجة الكيميائية للزيوت المستحلبة أو للترويق وتثخين المعلقات.

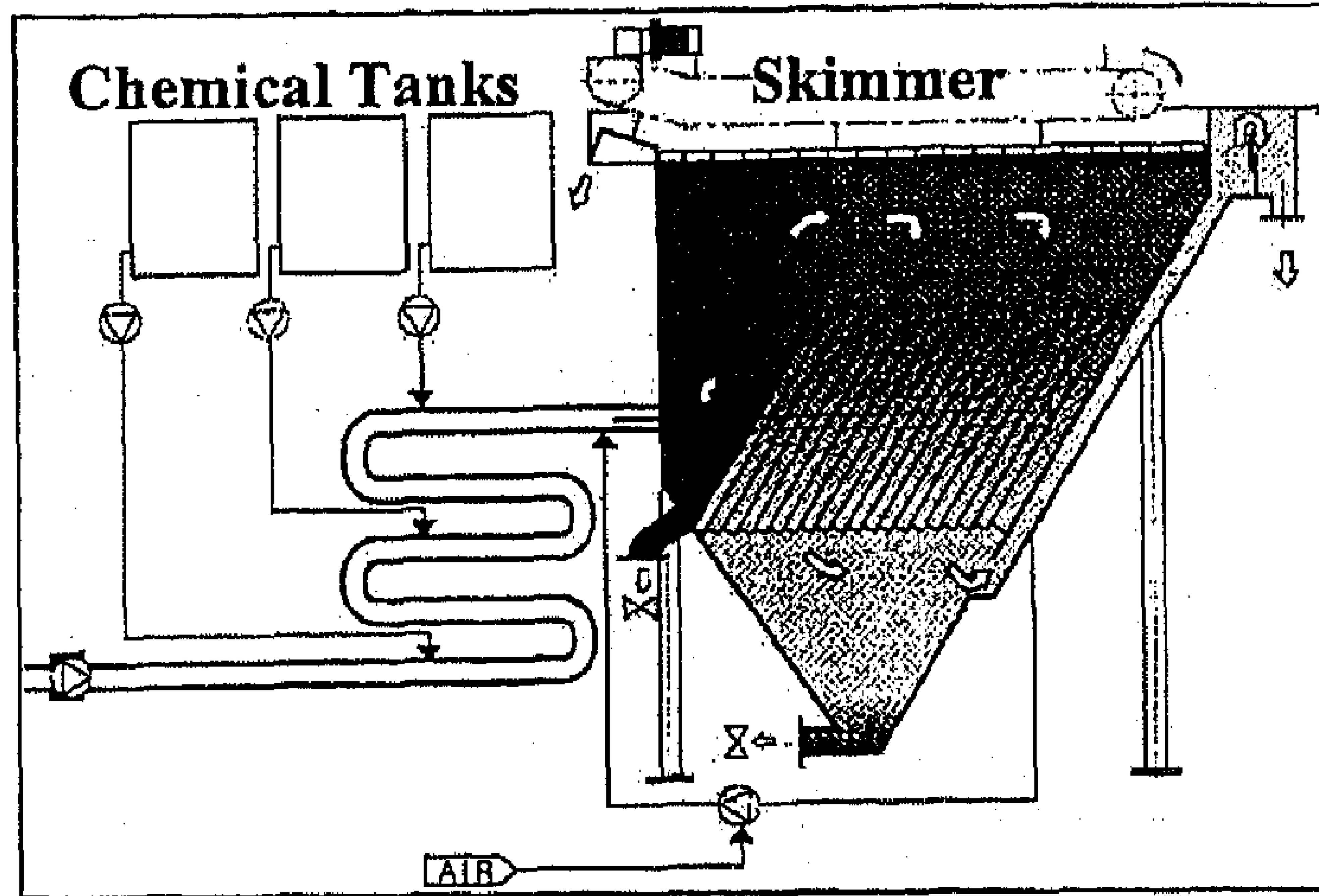
وصف تفصيلي لعملية المعالجة:

وفي عملية المعالجة من خلال وحدة الـ**DAF**. تدخل المياه التى تحتوى على المواد الصلبة أو مزيج الزيوت إلى الوعاء ويتجمع مزيج المياه والزيوت أو المواد الصلبة والمياه إلى السطح. ويمتلك مزيج الهواء/المواد الصلبة أو المياه/الزيت جاذبية نوعية أقل من الجاذبية النوعية للمياه بمفردها. لذلك ترسب المواد الصلبة التى لها جاذبية نوعية أكبر من الجاذبية النوعية للمياه إلى القاع ويتم إزاحته باستخدام ذراع كاشط "**Scraper arm**" دوار. وتتصل بنفس الذراع شفرة دوارة تكشط المادة الطافية من على سطح الحوض ثم يتم إخراج الماء المعالج من الحوض.

ويعاد استخدام جزء من المياه الملوثة لعملية الضغط (**Pressurization**) فيدخل الهواء المضغوط من خلال مضخة الاسترجاع لكى يحدث مزيج واتصال قوى بين المياه والهواء فى تنك التهوية. ومن المهم جدا في هذه المرحلة الحصول على الكفاءة القصوى للإذابة. ثم يتم استرجاع المياه المعاد تدويرها والمحتوية على الهواء خلال محبس ضغط منعكس حيث ينطلق الهواء المضغوط ويمزج بالمياه لاستكمال عملية الطفو.

ويمكن أن تستخدم المروبات مثل البوليمارات المصنعة لتحسين كفاءة طفو الهواء المذاب. وتستخدم أيضا الكيماويات مثل الشبة لكسر مستحلبات الزيت إلى مواد ترويب لتحسين عملية الفصل بين المواد الزيتية والمياه. وأحيانا تزود وحدة الـ**DAF** بأطباق

من الألواح (Lamella Sheets) كما هو مبين فى الشكل (2-10) مما يزيد من مساحة الفصل ويسمح بفصل حتى أصغر الحبيبات من مياه الصرف بهذه الطريقة.



]Fig2-10 DAF system with Lamella separator & type flocculator

Dissolved Air Floatation Units

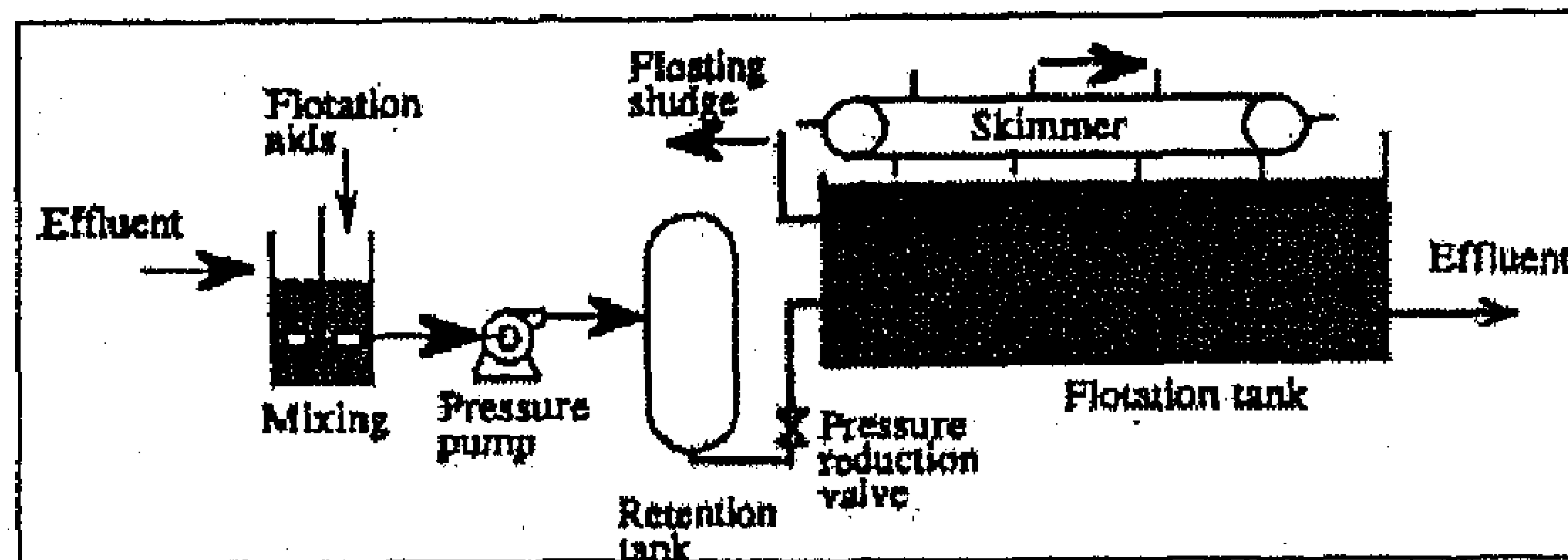


Figure. **Diagram of a dissolved air flotation system without recycle**

شكل 2-11 لرسم تخطيطي يبين وحدات الطفو بالهواء المذاب بدون اعادة تدوير المياه

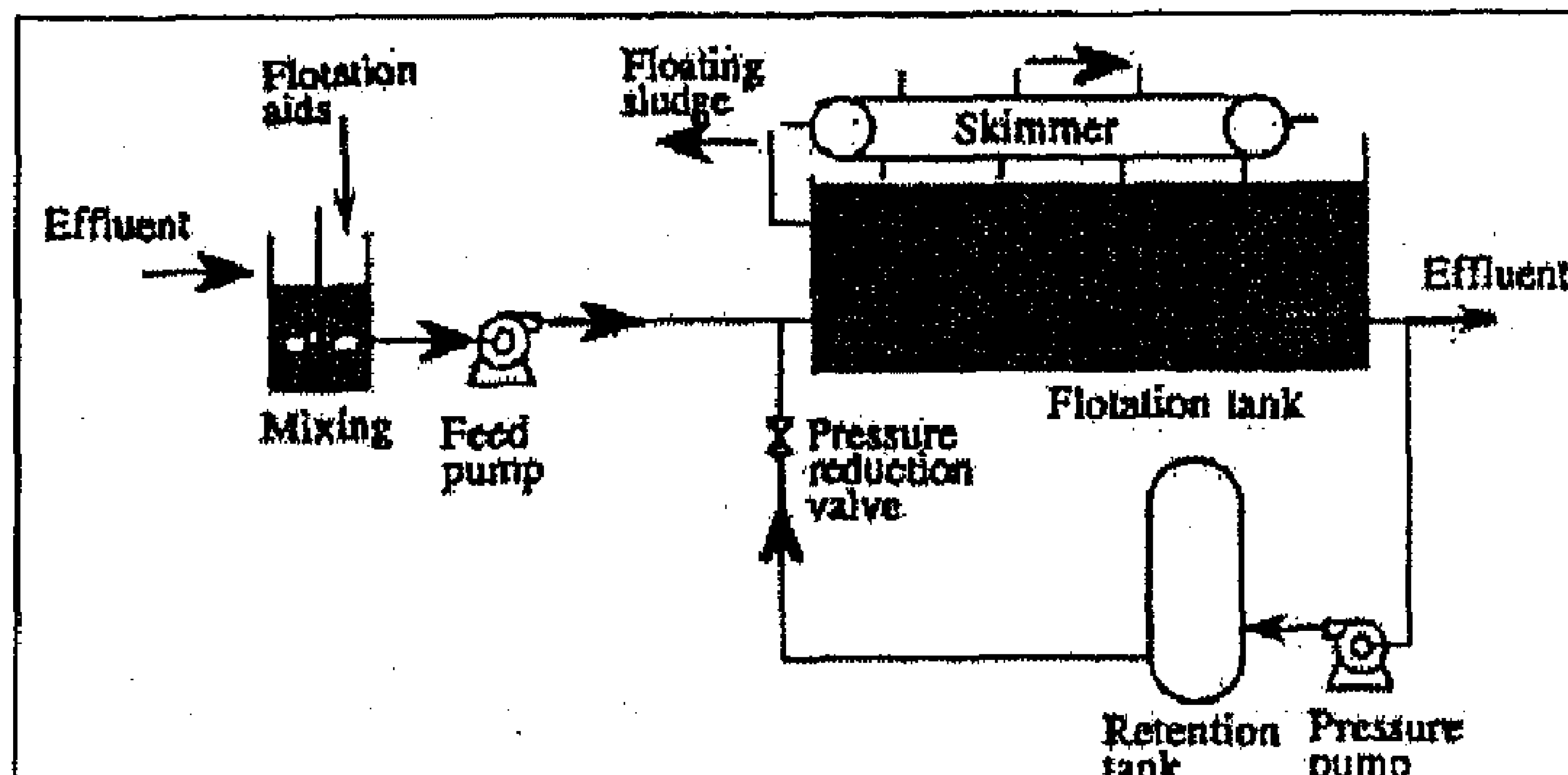


Figure. **Diagram of a DAF system with recycle**

شكل 2-12 لرسم تخطيطي يبين وحدات الطفو بالهواء المذاب مع إعادة تدوير المياه

2-4 المعالجة البيولوجية Biological Treatment

تشمل المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصناعى خمسة طرق رئيسية هى العمليات الهوائية، العمليات اللاكسجينية، العمليات اللاهوائية، العمليات المجمعة هوائية اكسجينية، والعمليات المجمعة.

2-4-1 المعالجة البيولوجية الهوائية

ويمكن تقسيم المعالجة البيولوجية الهوائية طبقا لكيفية حدوث المعالجة وذلك إما فى نظام النمو المعلق أو نظام النمو المتلاصق أو النظامين معا. وذلك مع العلم بأن جميع العمليات البيولوجية المستخدمة فى معالجة المياه مستمدة من عمليات تحدث فى الطبيعة.

النمو الهوائى المعلق

- عمليات الحماءة النشطة
- وقف التدفق مع إعادة التدوير
- بحيرات الأكسدة
- البحيرات المهوأة
- المفاعل الدفعى المتتابع

النمو الهوائى المتلاحق

- مرشحات الزلط
- مرشحات خشنة
- الأقراص البيولوجية الدوارة
- مفاعل النيترة ذو الغشاء الثابت (Fixed Film Nitrification Reactor)

أ- النمو الهوائى المعلق

- عمليات الحماءة النشطة

تتم معالجة المخلفات السائلة بطريقة الحماءة النشطة والتى تعتبر من طرق المعالجة الثانوية-عن طريق خلط المياه الخارجية من حوض الترسيب الابتدائي مع الحماءة الناتجة من حوض الترسيب النهائى فى أحواض خاصة تسمى أحواض التهوية

(Aeration Tanks) ، ويسمى محتوى هذا الحوض بـ "السائل المخلوط" (Mixed Liquor).

وتتم عملية التهوية والتقليب إما عن طريق التهوية الميكانيكية أو التهوية بناشرات الهواء (Diffused aeration) وتساعد عملية التهوية على استمرار تواجد الـ (Mixed Liquor) في صورة خليط متجانس، وبعد انتهاء فترة التهوية يمر الخليط لأحواض الترسيب النهائى حيث ترسب الحماءة ليعود بعض منها إلى حوض التهوية للحفاظ على تركيز البكتريا داخل الحوض، بينما يوجه الباقى لأحواض تجفيف الحماءة ثم التخلص منها وتختلف هذه الكمية تبعا لنوع مياه الصرف.

هذا وتوجد طريقتين رئيسيتين تستخدم لمعالجة مياه الصرف باستخدام الحماءة النشطة وهما:

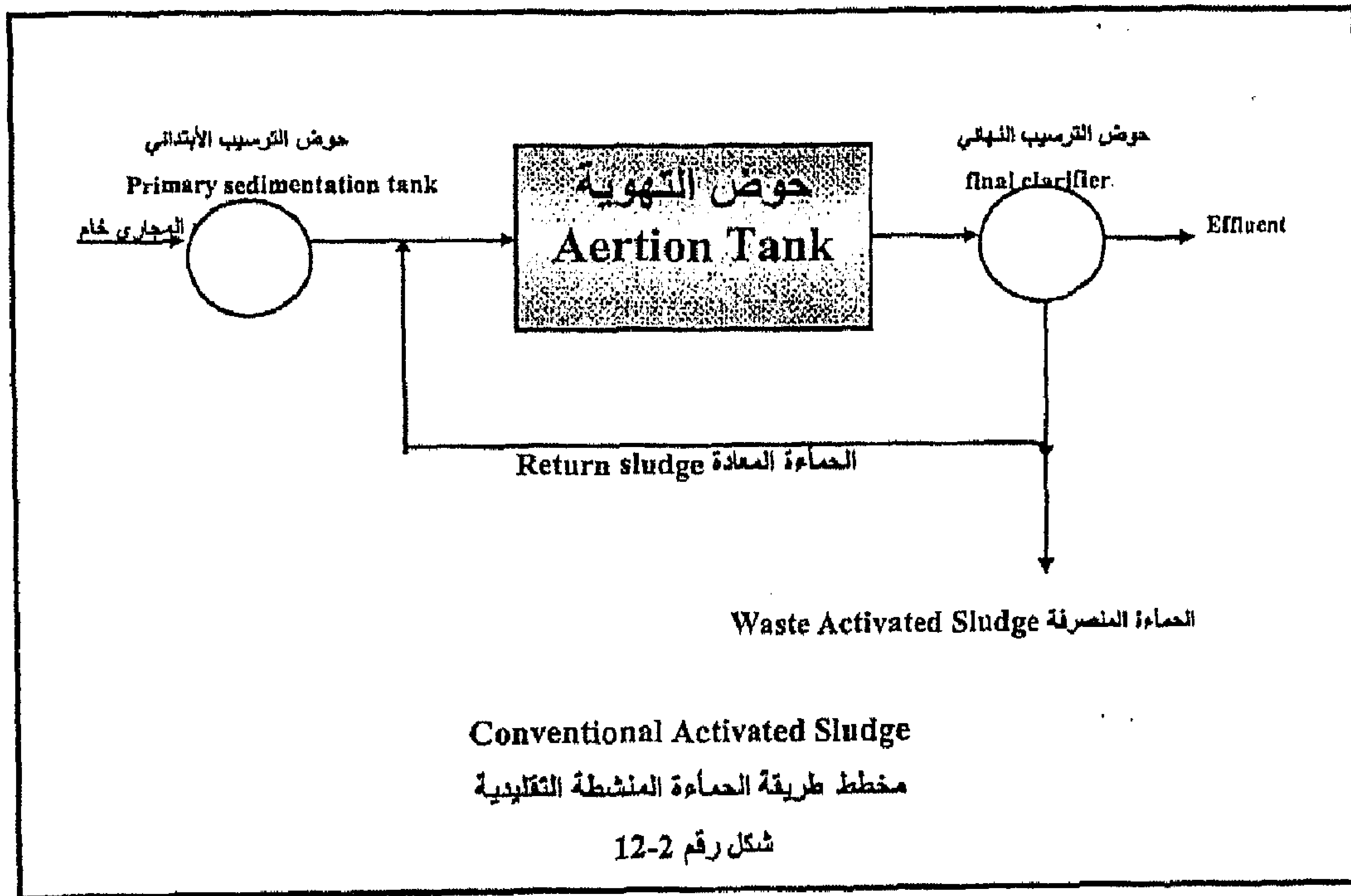
الطريقة التقليدية وتعديلاتها (Conventional Method)

التهوية لمدة طويلة (Extended Aeration)

- طريقة الحماءة النشطة التقليدية Activated Sludge

وتتكون هذه الطريقة من حوض تهوية يليه حوض ترسيب وخط إعادة تدوير للحماءة، حيث تتم التهوية تحت ظروف ثابتة فى أحواض خاصة يلتقى فى مدخلها المياه الخارجة من حوض الترسيب الابتدائي مع الحماءة الناتجة من حوض الترسيب النهائى لتبقى فى الحوض فترة تتراوح من أربعة إلى ثمانية ساعات. وبمرور المياه فى الحوض يبدأ تركيز الأكسجين فى الانخفاض ولذلك يجب ألا يقل تركيز الأكسجين فى الخليط عن 2-0.5 مجم/لتر كما يجب الا يزيد عن 2 مجم/لتر حيث ان أى زيادة عن هذا التركيز تعتبر هدر للطاقة. وتستخدم أغلب الطرق التقليدية نظام التهوية المتدرجة (Tapered aeration) لضمان وصول كميات من الهواء تتناسب مع كمية المواد العضوية القابلة للتأكسد وذلك فى الأجزاء المختلفة من الحوض.

ويوضح الشكل رقم (3-10) رسم تخطيطى للطرق التقليدية المختلفة المستخدمة فى معالجة مياه الصرف باستخدام الحماءة النشطة.



Conventional Activated Sludge
مخطط طريقة الحماءة المنشطة التقليدية
شكل رقم 2-12

وصف عملية المعالجة Process Description

عمليا المواد العضوية تدخل المفاعل التي يتم فيه التفاعلات البيولوجية وهوحوض التهوية والوسط البكتيري يكون معلقا داخل المياه في الحوض وتسمي محتويات هذا المفاعل بالسائل المخلوط ، وتتلخص عملية التفاعل في المعادلة الآتية :

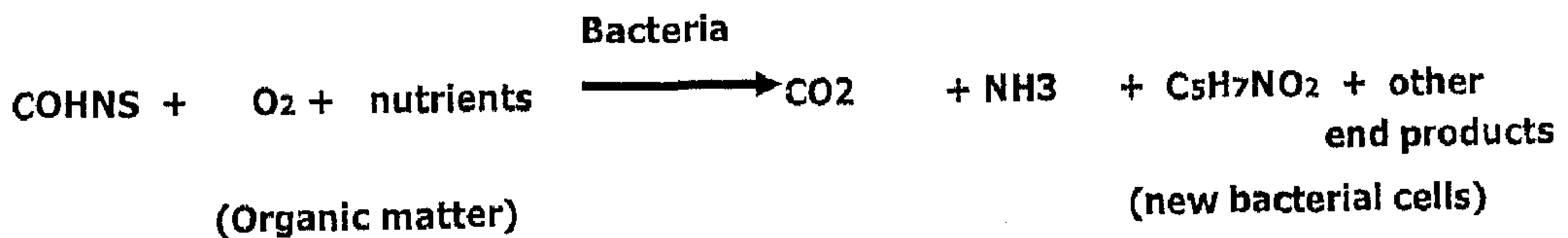
اولا الأكسدة والبناء (بناء خلايا بكتيرية جديدة)

مادة عضوية + أكسجين + مواد مغذية (مغذيات) ←(بكتريا)— ثاني أكسيد الكربون + امونيا + خلايا بكتيرية جديدة + نواتج اخري

Oxidation and synthesis:

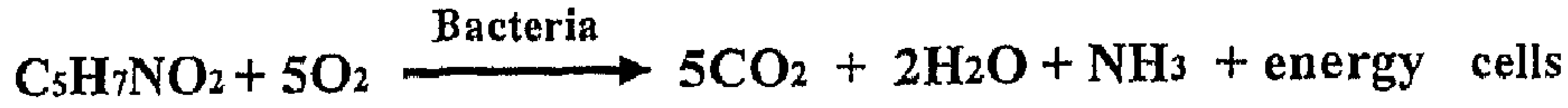
$$\underset{\text{(Organic matter)}}{COHNS + O_2 + \text{nutrients}} \xrightarrow{\text{Bacteria}} CO_2 + NH_3 + \underset{\text{(new bacterial cells)}}{C_5H_7NO_2} + \text{other end products}$$

ثانيا التنفس الداخلي



خلايا بكتيرية + أكسجين ←(بكتريا)— ثاني أكسيد الكربون + امونيا + ماء + طاقة

Endogenous respiration:



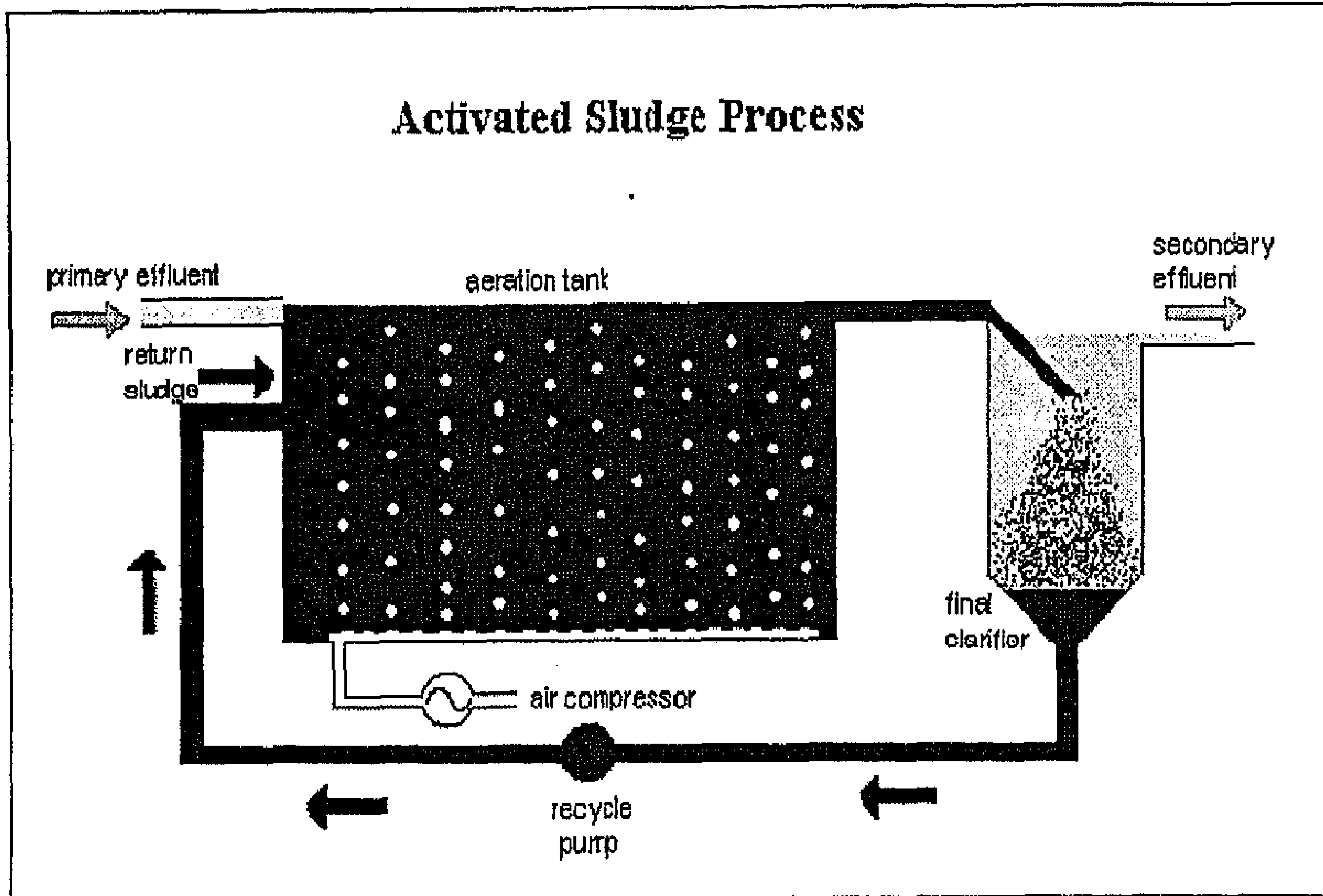
$$C_5H_7NO_2 + 5O_2 \xrightarrow{\text{Bacteria}} 5CO_2 + 2H_2O + NH_3 + \text{energy} \quad \text{cells}$$

ومن الملاحظ من المعادلتين السابقتين أن نواتج التنفس الداخلي هي مواد بسيطة عضوية ثابتة ومنخفضة الطاقة مثل الأمونيا وثاني أكسيد الكربون .

وبعد المحافظة علي الظروف الهوائية داخل أحواض التهوية وخلط جيد لمكونات المفاعل (السائل المخلوط) وبعد مدة معينة فان خليط من الخلايا الجديدة والقديمة سوف يمر إلي أحواض الترسيب النهائي حيث تنفصل الخلايا عن المياه المعالجة.

وجزء من الخلايا المترسبة يعاد ويسترجع إلي المفاعل للمحافظة علي تركيز محدد من الكائنات في المفاعل وجزء آخر يتم صرفه إلي أحواض التجفيف أو يتم معالجته في وحدات اخري .

والشكل القادم رقم 2-13 يوضح عملية المعالجة بالحماءة المنشطة



شكل رقم 2-13

وعملية الحماءة المنشطة تحتاج إلي مهارة في التشغيل بواسطة المهندسين والفنيين علي اختلاف مستوياتهم ومن أهم العوامل التشغيلية التي يجب ملاحظتها ومتابعتها :-

1 - تركيز الأكسجين الذائب في أحواض التهوية .

2 – التغير في تركيزات المواد العضوية والمكونات الأخري لمياه المجاري .

3– التغير في معدلات تصرفات مياه المجاري التي تدخل وحدات المعالجة .

4 – تركيز المواد العالقة بأحواض التهوية ونسبة المواد المتطايرة بها .

5 – متابعة النشاط البيولوجي بجميع مراحل المعالجة عن طريق قياس الأكسجين الحيوي المستهلك ونسب إزالته .

6 – نسبة الرواسب المعادة وتركيز المواد العالقة بها .

7 – كفاءة التقليب والخلط في أحواض التهوية .

مميزات المعالجة بطريقة الحماءة المنشطة

تتميز طريقة الحماءة المنشطة بكثير من المميزات مما جعلها من أكثر الطرق انتشارا وشيوعا في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والمميزات التالية تعد أهم المميزات :–

1. الحماءة المنشطة ذات مرونة عالية في التشغيل .
2. لا تحتاج الي كثير من العمالة لتشغيلها وصيانتها.
3. عملية الصيانة وعلاج المشاكل التقليدية تتم بيسر وسهولة وديناميكية عالية .
4. يمكن انشاؤها بجانب التكتلات السكانية بدون أية مشاكل وهذا يتضح من خلال انشاؤها في القري السياحية والفنادق .
5. خلوها من مشاكل الذباب والناموس والروائح .
6. لا يوجد ضرر علي المياه الجوفية، أو مخاطر التلوث الأرضي .
7. تحتاج إلي مساحة صغيرة بالنسبة إلي المساحة التي تحتاجها طرق المعالجة البيولوجية الأخري .
8. لا يتسبب عنها فاقد في منسوب المياه في الأحواض .

عيوب المعالجة بطريقة الحماءة المنشطة

لكل طريقة من طرق المعالجة بعض العيوب والمتاعب، ولطريقة الحماءة المنشطة بعض منها وتتلخص في الآتي :–

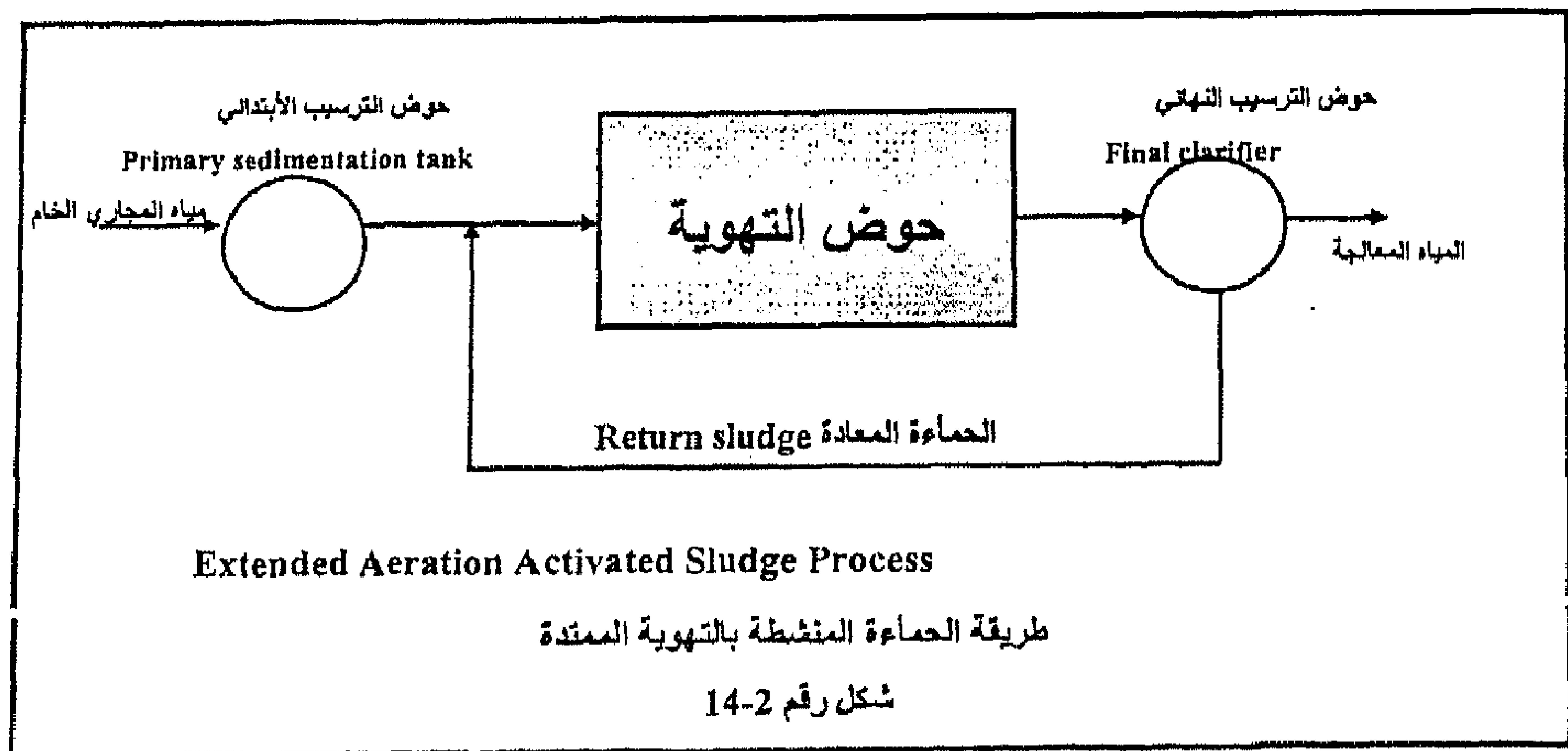
1. ارتفاع مصاريف الصيانة والتشغيل .
2. تحتاج إلي إشراف فني علي مستوي عالي .
3. قد ينتج عنها صعوبة في التشغيل عند تواجد بعض المخلفات الصناعية .
4. تحتوي الحماءة الناتجة علي نسبة عالية من المياه مما يسبب زيادة حجمها زيادة كبيرة واحتياجها إلي وحدات معالجة وتجفيف .
5. عند حدوث بعض المشاكل الغير تقليدية قد يحتاج الأمر لبضعة أيام لاعادة مستوي التشغيل والمعالجة الي الدرجة المطلوبة .

- التهوية لمدة طويلة(التهوية الممتدة)

هذه الطريقة هى صورة معدلة من الطريقة التقليدية للحماءة النشطة – حيث تقل كمية الحماءة الناتجة إلى أدنى حد وذلك بالأكسدة وبزيادة فترة التهوية عن طريق زيادة حجم حوض التهوية. وتتراوح مدة المكوث فى حوض التهوية من يوم إلى يومين مما يؤدى إلى تقليل كمية الحماءة المراد التخلص منها وذلك بسبب استهلاكها عن طريق التغذية الذاتية.

وتتميز هذه الطريقة بأنها لا تحتاج إلى معدات كثيرة لمعالجة الحماءة مقارنة بالطرق التقليدية.

ولذلك يتم زياد مدة المكوث إلى حوالى 4 ساعات مقارنة بساعتين فقط للطرق التقليدية.



Extended Aeration Activated Sludge Process
طريقة الحماءة المنشطة بالتهوية الممتدة
شكل رقم 2-14

ويمكن التخلص من الحماءة الزائدة من هذه العملية بأحد الطرق الآتية :

(أ) التشغيل المستمر بدون صرف أي حماءة باعادة جميع الرواسب من أحواض الترسيب إلي مدخل أحواض التهوية ، علي أساس افتراض العلماء أن الكائنات الدقيقة تتغذي علي جزء من مكونات الخلايا الميتة القابلة للتحلل (لتكوين البروتوبلازم الخلوي) ولكن وجد ان هناك نسبة من 20 الي25 % من مكونات خلايا البكتيريا غير قابلة للتحلل بيولوجيا ، بالاضافة الي المواد غير العضوية الموجودة اصلا في مياه المجاري ، كل هذه المواد التي لم تتحلل ولم تتأكسد تتراكم مع الزمن في أحواض التهوية ويزيد تبعا لذلك تركيز المواد العالقة في أحواض التهوية (يصل الي 5000 الي 8000 جزء في المليون) وبالتالي يمكن ان تزيد ايضا في أحواض الترسيب مما يؤثر علي كفاءة عملية الترسيب ذاتها ، وتزيد المواد العالقة في المياه الخارجة من أحواض الترسيب (المياه المعالجة) ، وعلي الرغم من زيادة المواد العالقة في المياه المعالجة فان هذه المواد تكون مؤكسدة لدرجة كبيرة .

ويصل الحمل العضوي من 140 الي 640 جزء في المليون أكسجين حيوي لكل متر مكعب من حوض التهوية في اليوم، كما تصل كفاءة المعالجة الكلية بهذه الطريقة من 80 الي 95 %

وعموما يمكن تطبيق طريقة اعادة كامل الرواسب الي أحواض التهوية في وحدات المعالجة الصغيرة للفنادق والقري السياحية حيث تراكم المواد العالقة في الأحواض يستغرق وقتا طويلا في هذه الوحدات ، كما يمكن تصريف الحماءة مباشرة من أحواض التهوية وليس من أحواض الترسيب (في حالة زيادة نسبة المواد العالقة في أحواض التهوية بدرجة كبيرة) ويمكن بسهولة تفريغها من أحواض التهوية .

(ب) تجفيف الحماءة الزائدة علي أحواض تجفيف ثم استخدامها كسماد وتصرف الحماءة الزائدة كنسبة من الحماءة المترسبة في أحواض الترسيب، أو كنسبة من التصرف من مياه أحواض التهوية .

- سد السريان مع إعادة التدوير

ويمكن استخدام هذه الطريقة لإحداث بعض التغيرات فى طريقة الحماءة النشطة، حيث تمكث جميع الجزيئات داخل المفاعل فترة زمنية متساوية وذلك بالرغم من أنه قد توجد بعض الجزيئات التى قد تنمو داخل المفاعل عدة مرات نتيجة لإعادة التدوير ولكن فترة المكوث داخل المفاعل تكون واحدة لجميع الجزيئات.

وتعتبر هذه الطريقة نظريا أكثر كفاءة من طريقة الخلط التام مع إعادة التدوير وخصوصا فى عملية تجميع المخلفات الذائبة، ولكن الثانية تتفوق عن الأولى في قدرتها على مقابلة الزيادات الطارئة فى الأحمال العضوية.

- إزالة الفسفور بيولوجيا

يوجد الفسفور في مياه الصرف الصناعي والتي تشبه مياه الصرف الصحي كبعض الصناعات الغذائية غالبا علي هيئة ثلاث صور وهي:

1. علي هيئة اورثوفوسفات
2. علي هيئة عديد الفوسفات
3. علي هيئة الفسفور المتحد بجزيئات عضوية .

ويمثل عديد الفوسفات والفسفور العضوي حوالي 70% من كمية الفسفور الموجودة في مياه المجاري الخام ، وتستهلك الكائنات الحية الدقيقة الفسفور خلال بناء الخلايا الجديدة ونقل الطاقة ونتيجة لذلك فان 10 الي 30% من الفسفور الداخل لوحدات المعالجة مع مياه المدخل تزال خلال عمليات المعالجة الثانوية البيولوجية .

وهناك استهلاك اخر للفسفور من خلال إصلاح وصيانة وإعادة بناء الخلايا الحية حيث تحتاج الخلايا للفسفور بشدة .

وهذا كله يؤدي في النهاية الي انخفاض كمية الفسفور الخارجة مع مياه المخرج (المياه المعالجة الناتجة) .

وقد يتحرر الفسفور من الخلايا في ظروف غياب الاكسجين ومن ثم فإن إزالة الفسفور بيولوجيا تتم في خطوات بيولوجية متتابعة قي ظروف بيئية مختلفة تبعا لكل مرحلة .

وصف عملية ازالة الفسفور بيولوجيا

يعد **Acinetobacter** من الكائنات المسئولة بصورة كبيرة عن ازالة الفسفور وهذا الكائن له استجابة عالية لوجود الاحماض الدهنية المتطايرة الموجودة في مياه المدخل حيث يتم تحرير الفسفور المخزن في الخلايا وذلك في ظروف لاهوائية لإعطاء الطاقة اللازمة لحدوث عملية التخمير وتكوين الاحماض الدهنية المتطايرة.

وتتم المعالجة البيولوجية لازالة الفسفور عن طريق وحـــدات معالجـــة لاهوائيـــة متبوعة بوحدات هوائية أو وحدة متكاملة لها مناطق لاهوائية يليها مناطق هوائية .

وذلك يجعل الكائنات الحية الدقيقة تستهلك الفسفور بمعدلات ومستويات عالية أعلي من المعدل الطبيعي .

والفسفور لا يستهلك فقط من أجل صيانة وإعادة إصلاح وبناء الخلايا ، بل أيضا لبناء خلايا جديدة ونقل الطاقة ويخزن للاستخدامات والاستهلاكات القادمة.

الحماءة المحتوية علي كميات كبيرة من الفوسفات يـــتم صـــرفها أو إزالتهـــا أو معالجتها في وحدات معالجة جانبية لتحرير وإطلاق الفسفور الزائد .

وتحرير وإطلاق الفسفور يتم في ظروف غياب الاكسجين ومن ثم فازالته تتطلب مفاعلات لاهوائية وهوائية أو مناطق لاهوائية وهوائية موجودة داخل هذه المفاعلات البيولوجية .

والشكل الآتى يبين طريقتين من طرق ازالة الفسفور بيولوجيا

1. الطريقة الاولي
2. الطريقة الثانية

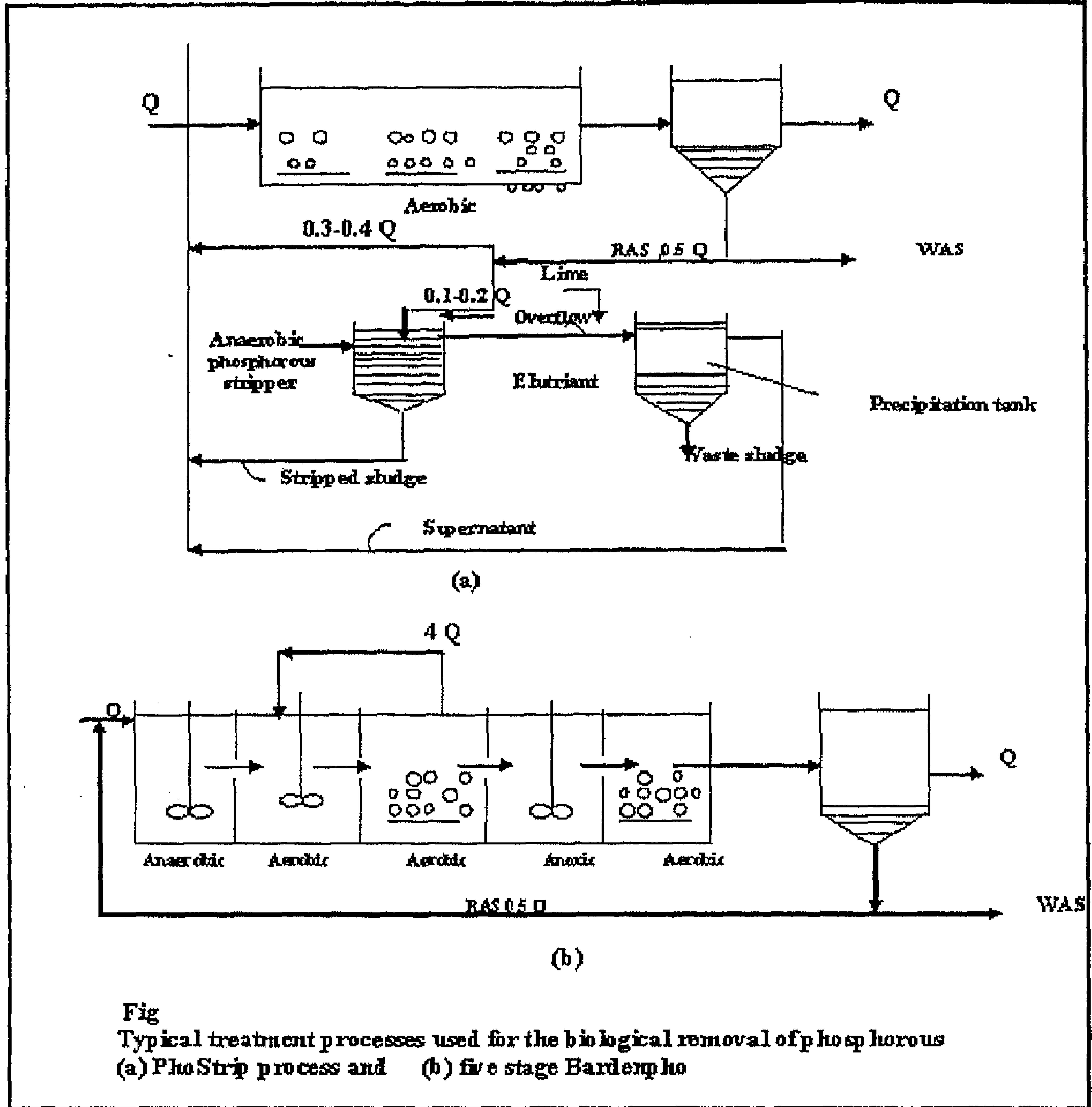


Fig
Typical treatment processes used for the biological removal of phosphorous
(a) PhoStrip process and (b) five stage Bardenpho

شكل رقم 2-15 يبين طرق ازالة الفسفور بيولوجيا

العوامل والظروف التى تعمل علي زيادة كفاءة إزالة الفسفور بيولوجيا

- نسبة الفسفور إلي الأكسجين الحيوي المستهلك تتراوح بين 0.01 الي 0.03
- نسبة النترات إلي الاكسجين الحيوي المستهلك أقل من 0.25 الي 1.0
- وجود نسبة وتركيزات عالية من المواد القابلة للتحلل بيولوجيا في مياه الصرف والتي قد ترد من الصرف الصناعي مثل حمض الاسيتيك .
- وجود كمية كبيرة من الأحماض الدهنية المتطايرة في مياه مخرج المنطقة اللاهوائية

- عمر الحماءة قصير كلما امكن .

بحيرات الأكسدة

تعتبر بحيرات الأكسدة امتدادا طبيعيا لبحيرات التثبيت الهوائية حيث تتم التهوية فيها عن طريق قلابات ميكانيكية وبالتالى انتشار البيئة الهوائية بكامل عمقها ومن ثم عدم تصاعد الروائح المنفرة (النفاذة) منها.

وتماثل طريقة بحيرات الأكسدة طريقة الحماءة النشطة لمدة طويلة (Extruded Aeration) باستثناء إضافة حوض أرض للمفاعل وإعطاء الأكسجين المطلوب عن طريق القلابات الميكانيكية (ناشرات الهواء) وذلك بخلاف البحيرات الهوائية التى يحتفظ فيها بالمواد الصلبة فى صورة معلقة.

وفى السابق كانت بحيرات الأكسدة تستخدم بدون إعادة تدوير ويليها أحواض الترسيب أما الآن فأن البحيرات المهواه تكون متضمنة أحواض الترسيب وعمليات إعادة تدوير المواد البيولوجية.

العوامل التي تؤثر في تشغيل وتصميم بحيرات الأكسدة: -

1- درجة الحرارة
2- كمية واتجاه الرياح
3- رقم الآس الهيدروجيني
4- كثافة أشعة الشمس
5- كمية الأكسجين الذائب
6- الكائنات الحية الدقيقة وتنوعها
7- الخلايا الطحلبية
8- خواص المياه المراد معالجتها

طرق التشغيل:

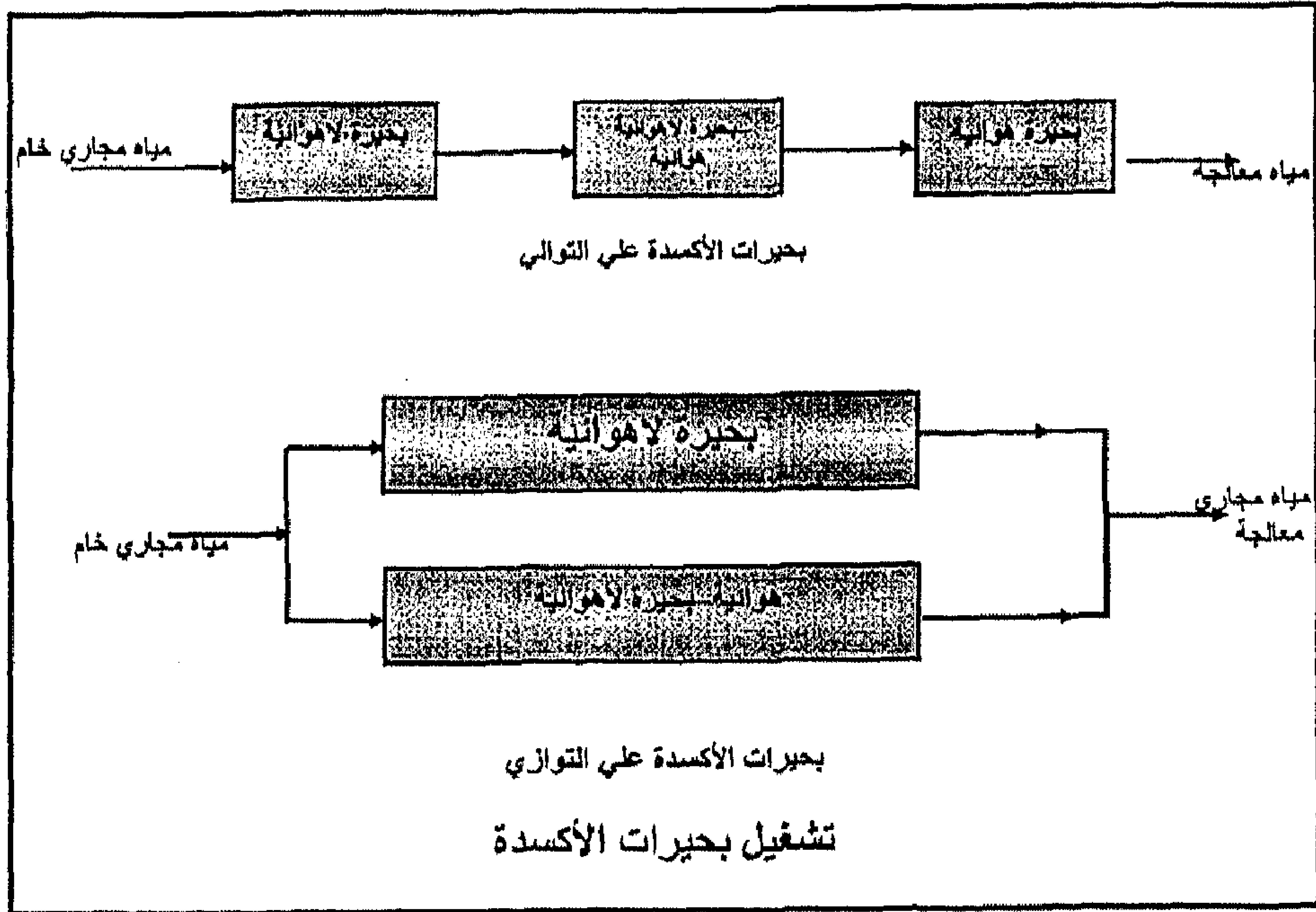
يبين الشكل رسم تخطيطي لطرق تشغيل بحيرات الأكسدة ، فيمكن تشغيل البحيرات في مراحل تبدأ ببحيرات لاهوائية . وفي بعض الأحيان تعمل البحيرات مرحلتين ، الاولى هوائية لاهوائية ثم المرحلة الثانية تكون هوائية . ويحدد التشغيل

عموما عوامل كثيرة تشمل خواص المخلفات السائلة ودرجة الحرارة وكثافة أشعة الشمس ، ثم درجة المعالجة المطلوبة والتي ترتبط ارتباطا وثيقا بطرق إعادة أستعمال المياه المعالجة . ويمكن تشغيل البحيرات بأحد الطرق الآتية :-

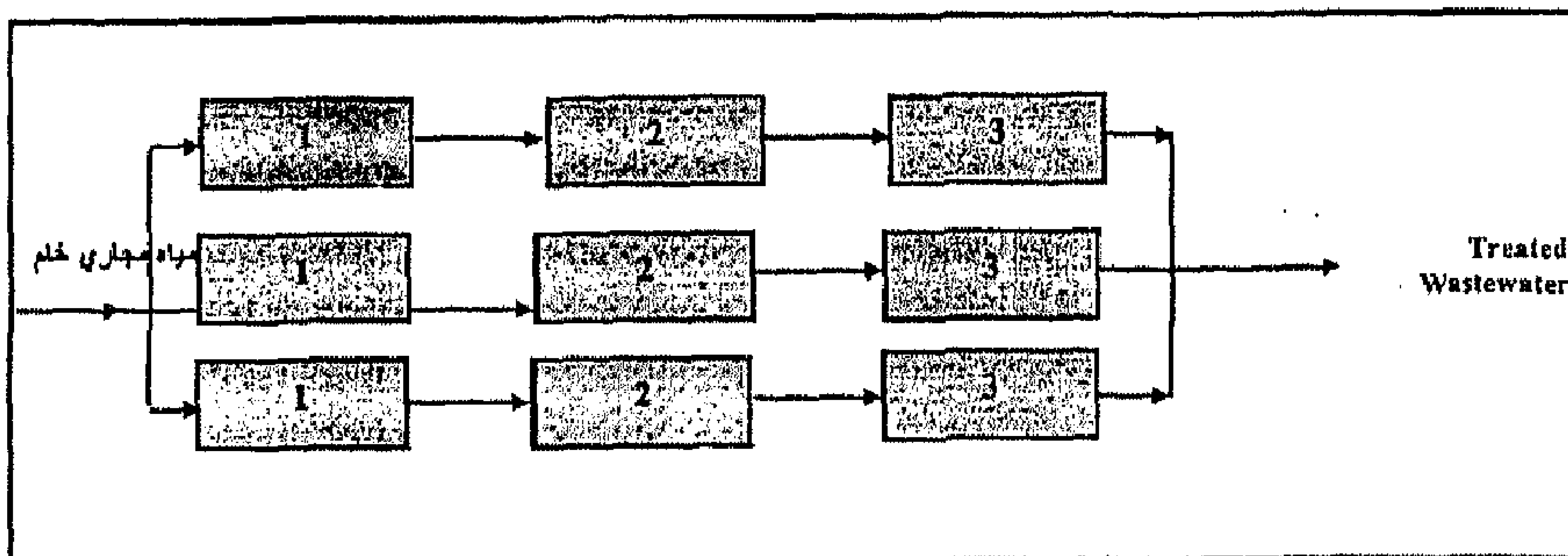
ا - على التوالي لزيادة كفاءة البحيرات في خفض أعداد البكتريا الضارة

ب - على التوازي لزيادة المرونة في التشغيل.

ج - بالتوازي على التوالي ، في حالة التصرفات الكبيرة . والمطلوب فيها مرونة وسهولة في التشغيل وزيادة في كفاءالمعالجة وحتى لا تزيد مساحة البحيرة الواحدة بطريقة تؤثر في التشغيل . وعموما يجب الأخذ في الاعتبار أن نظام التشغيل علي التوالي يعطي كفاءة أفضل في إزالة البكتريا خاصة في حالة إستخدام أربع بحيرات علي التوالي .



تشغيل بحيرات الأكسدة



مميزات بحيرات الأكسدة وأهميتها

Advantages and Importance of Oxidation Ponds

تعتبر البحيرات من أبسط الطرق لمعالجة المخلفات السائلة ، وقد بدأ الاهتمام بها في المناطق الصحراوية المعتدلة والحارة ، وأيضا للمدن التي لها ظهير صحراوي ، حيث تساعد درجة الحرارة وكذلك أشعة الشمس علي نمو الطحالب

ومزايا بحيرات الأكسدة عديدة منها : -

- يمكن تشغيلها بطرق كثيرة
- مرونة ومزايا إستخدامها اقتصاديا وفنيا
- فعاليتها في القضاء علي الكائنات الدقيقة الضارة
- نجاحها في معالجة أنواع كثيرة من المخلفات الصناعية
- إمكانية الإستفادة من مساحات انشاؤها في أغراض أخري
- يمكن الإستفادة من الطحالب الموجودة بها كمصدر للأعلاف
- تعدد إستخدام بحيرات الأكسدة لمعالجة كثير من مياه المجاري المختلفة
- إمكانية إستخدام المياه الناتجة عنها في الري والزراعة

نجاح بحيرات الأكسدة في معالجة أنواع كثيرة من المخلفات الصناعية

تناسب معالجة أنواع كثيرة من المخلفات العضوية وخاصة ذات الأحمال العضوية الكبيرة ، حيث يمكن إزالة الشوائب السامة من المخلفات الصناعية في بحيرات الأكسدة ، كما يمكن استنبات بعض النباتات التي تستخدم لازالة بعض العناصر الغير مرغوب فيها .

ويساعد أيضا طول مدة بقاء المياه في هذه البحيرات علي إزالة الشوائب الخطرة التي يصعب ازالتها في طرق المعالجة البيولوجية الأخري ، فطول مدة بقاء المياه يسمح بنمو كائنات دقيقة حية يمكنها أكسدة وازالة الشوائب والمواد السامة .

كما أن زيادة الأس الهيدروجيني في البحيرات يساعد علي ترسيب المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والكادميوم في قاع البحيرة ، حيث أظهرت التجارب أن بحيرات الأكسدة يمكنها أن تستوعب تركيز للعناصر الثقيلة حتي 25 مجم لكل لتر علي أساس 5 مجم / لتر لكل مادة دون أن يؤثر في كفاءة تشغيل البحيرات .

عيوب بحيرات الأكسدة والآثار الجانبية لتشغيلها وكيفية التحكم فيها

إحتمالية تلوث المياه الجوفية

نمو النباتات المائية

زيادة تركيز المواد العالقة في المياه المعالجة

مشاكل الذباب والناموس

البحيرات المهواة Aerated Lagoons

تستخدم البحيرات المهواة لمعالجة المياه الملوثة ويمكن اعتبار هذه الطريقة تطوير لبحيرات الأكسدة، كما أنها تعمل بطريقة الحماءة المنشطة(Activated Sludge)، وهي في النهاية ثمرة دمج بين الطريقتين وتتميز عنهما في أمور كثيرة يأتي ذكرها في مجال لاحق . وطريقة البحيرات المهواة بدأت عموما في المحاولات التي أجريت لتطوير بحيرات الأكسدة وتحسين كفاءتها بأحد الوسائل الآتية:

1 – تهوية البحيرات بطريقة خلط بسيطة لمجرد منح ظاهرة الطبقية فيها ورفع المواد العضوية من القاع للطبقات السطحية التي تنشط فيها البكتريا الهوائية .

2 – إستخدام التهوية لإمداد مياه البحيرة بالأوكسجين الذائب ، وتكون درجة التقليب صغيرة لاتمنع رسوب المواد العالقة ، ويكون تركيز الندف البيولوجية المتكونة من التهوية بين (20 – 100) مجم /لتر فقط .

3 – مزج كامل لمياه البحيرة ، مثل مايحدث في طريقة الحماءة المنشطة ولكن بتركيز صغير من المواد العالقة ، وبدون أي حماءة معادة . وفي هذه الحالة قد تختفي الطحالب تماما من المياه الخارجية من البحيرة ، لأن درجة عكارة المياه نتيجة للمزج الكامل يمنع إختراق أشعة الشمس لمياه البحيرة ، وبالتالي لايساعد على نمو الطحالب.

ويمكن تهوية البحيرات بأحد الطرق الآتية :

أ – الطرق الميكانيكية السطحية .

ب – الهواء المضغوط .

ولكل من الطريقتين مميزاتها ، فالطرق الميكانيكية تتميز بسهولة مد الكابلات الكهربائية التي لاتحتاج إلى الوقت والتكاليف الذي يحتاجه مد مواسير الهواء المضغوط .

وطريقة الهواء المضغوط تتميز بإمكانية رفع درجة حرارة مياه البحيرة ، كما أن أعمال الصيانة لضاغطات الهواء أقل منها في معدات التهوية السطحية . وفي حالة إستخدام معدات تهوية ثابتة يجب سواء في التصميم أو الإنشاء التأكد من ثبات منسوب المياه في البحيرات مع تغير التصرف ، حتى يكون العمق المغمور من هذه المعدات ثابتا وبالتالي تعمل بأعلى كفاءتها . أما في حالة استعمال معدات تهوية عائمة فإن تغيير منسوب المياه في البحيرات لا يؤثر في كفاءة التهوية ، حيث يظل الجزء المغمور في المياه ثابتا مهما تغير منسوب المياه فيها . ونتيجة لذلك فتكسية البحيرات بالحجارة بطريقة إقتصادية أو تركها في الأرض الطبيعية لايؤثر في تشغيلها مهما حدث من تسرب قد يؤدي إلى تغيير في منسوب المياه فيها طالما إستخدمت المعدات العائمة في التهوية .

وفي هذه الحالة ترفع الكابلات الموصلة لمعدات التهوية العائمة فوق سطح المياه حتى موقع العوامات . كما يمكن تثبيت هذه الكابلات بالحبال الحديدية التي تربط العوامات بجوانب البحيرات ويكون شكل البحيرات عادة مستطيل لايزيد الطول عن ضعف العرض ، ولكن يمكن إنشائها بأي شكل حسب طبوغرافية المنطقة بحيث يتم تحديد مواقع معدات التهوية لتعطي خلط متجانس في البحيرات . وفي حالة قرب المياه الجوفية من سطح الأرض ، يمكن إنشاء البحيرات فوق سطح الأرض ولو جزئيا ، وهذا يساعد على إستخدام المياه المعالجة في الري بالإنحدار الطبيعي . وتكون ماسورة المدخل مغمورة للتحكم في الرائحة ، ويكون هدار المخرج بطول كافي لمنع إرتفاع المياه فوق الهدار في حالة التصرفات القصوى ، ثم يوضع حاجز قبل الهدار لمنح تأثير حركة السطح الناتجة عن التهوية .

3- تصميم البحيرات وطرق تشغيلها :

ترتبط عملية التصميم بتشغيل البحيرات وصيانتها كما أن هناك بديهيات وجوانب فنية لهذه الطريقة يمكن أن تساعد في عمل التصميمات التنفيذية ، والتي تنعكس على طريقة التشغيل ، وتنحصر الجوانب الفنية لهذه الطريقة في الآتي :

1 - في هذه البحيرات تؤدي عملية التهوية الوظيفة التي تقوم بها الطحالب في بحيرات الأكسدة ، وتتراوح مدة بقاء المياه في البحيرات بين (3 - 5) أيام أو أكثر حسب خواص المخلفات السائلة .

2 – بمقارنة بحيرات الأكسدة بالبحيرات المهواة ، نجد أن عمق البحيرات المهواة يصل إلى ضعف أو ثلاثة أضعاف عمق بحيرات الأكسدة ، كما أن مدة بقاء المياه في البحيرات المهواة يقل بمقدار النصف أو الثلث أو الربع عن مدة بقاء المياه في بحيرات الأكسدة . وعلى ذلك فالبحيرات المهواة تحتاج لمساحة تصل إلى 10% من مساحة بحيرات الأكسدة ، وهذه المقارنة لها أهمية خاصة في حالة المدن المتوسطة والكبيرة، والتي تحتاج فيها بحيرات الأكسدة إلى مساحات كبيرة جدا من الأرض إذا استخدمت كطريقة لمعالجة مياه المجاري .

وتكون مقارنة إستخدام طريقتي بحيرات الأكسدة ، والبحيرات المهواة بدراسة الآتي:

آ – تكاليف المساحات الشاسعة من الأراضي المطلوبة لبحيرات الأكسدة .

ب – تكاليف معدات التهوية وصيانتها وتشغيلها وإستهلاكها من الطاقة .

3 – خصائص المخلفات السائلة :

تحتاج المعالجة البيولوجية لمياه المجاري إلى التحكم في العوامل البيئية التي تمكن وتساعد العديد من الكائنات الحية الدقيقة في إستخدام المواد العضوية كمصدر لغذائها لتكاثرها وامدادها بالطاقة اللازمة لها . وعلى ذلك فمكونات مياه المجاري تؤثر على معدل نشاط هذه الكائنات الحية وبالتالي على معدلات استهلاكها للأوكسجين ، أو بمعنى آخر معدلات التغير في قيمة الأوكسجين الحيوي المستهلك (**B.O.D**) مع الوقت . ويمكن قياس معدل هذا التغير في الظروف المناخية التي سيتم فيها تشغيل البحيرات .

وخلاصة ماسبق أن لكل خصائص معينة لمياه المجاري يوجد معدل معين لتغير الأوكسجين الحيوي المستهلك عند درجة حرارة محددة .

4- أنواع البحيرات المهواة :

تشمل هذه الطريقة من المعالجة مايلي :

آ – البحيرات الهوائية-اللاهوائية(الاختيارية) : **Facultative**

تشبه لحد كبير بحيرات الأكسدة الهوائية اللاهوائية ماعدا إستخدام المعدات الميكانيكية في تهوية البحيرات وتوزيع الأوكسجين الذائب في مياه البحيرة . ولكن درجة التهوية وإن كانت تمد المياه في البحيرة بالأوكسجين إلا أنها لاتكفي لإبقاء

المواد الصلبة عالقة بالمياه ، فيرسب نسبة منها بالقاع حيث يتم تثبيتها لاهوائيا ، في حين تتأكسد النسبة العالقة هوائيا ثم تخرج مع المياه المعالجة ، وهذه الطريقة تشبه بحيرات الأكسدة الهوائية اللاهوائية .

ب – بحيرات هوائية بدون حماءة معادة : وهي لاتختلف عن الطريقة السابقة إلا في زيادة قوة معدات التهوية بحيث تبقى المواد الصلبة عالقة تماما كما يحدث في أحواض الحماءة المنشطة مع وجود الأوكسجين الذائب في مياه البحيرة ولكن أيضا بدون حماءة معادة.

وهذه الطريقة أقل كفاءة من السابقة لأن المواد الصلبة وإن كان يتوفر لها ظروف الأكسدة الهوائية إلا أنها تخرج كلها في المياه المعالجة .

ج – بحيرات التهوية المطولة :

وتعمل ضمنها معدات التهوية بقوة تكفي لمنع المواد الصلبة العالقة من الرسوب وفي نفس الوقت تحافظ على بيئة مناسبة للأكسدة .

5- أساليب فصل المواد الصلبة :

-أولا : استخدام حوض ترسيب بعد البحيرة تعاد منه نسبة من الحماءة إلى البحيرة ، ثم يتم التخلص من الحماءة الزائدة بصرفها على أحواض التجفيف، وتصمم أحواض الترسيب على الأسس الآتية :التدفق = ضعف التصرف المتوسط ، معدل الحمل السطحي = 22م^3/م^2/يوم ، مدة بقاء المياه في أحواض الترسيب (3) ساعات.

ويمكن تحليل الرواسب هوائيا في بحيرات مهواة تبقى فيها الحماءة مدة (4 – 10) أيام يتم خلالها أكسدة المواد العضوية ، ثم تجفف الحماءة بعد ذلك بدون مشاكل الروائح .

-ثانيا: عمل حيز مستقل في البحيرة للترسيب بعيدا عن تأثير معدات التهوية عند مخرج البحيرة ، وهذه الطريقة تناسب التصرفات الصغيرة.

-ثالثا : التشغيل المتقطع للبحيرات كالآتي :

آ – إيقاف معدات التهوية بعد مدة تهوية كافية ، ولفترة تسمح بالترسيب ، وتصل هذه الفترة لحوالي ساعة ، لايسمح خلالها بدخول مياه المجاري للبحيرة ، حيث يتم تحويل هذه المياه لبحيرة أخرى تعمل بالتوازي مع البحيرة الأولى .

ب – بعد فترة الترسيب يصرف جزء من الطبقة العليا لمياه البحيرة ، في الموقع المخصص لإستقبال مياه المجاري المرسبة أو في بحيرة أخرى تعمل بالتوالي مع البحيرة الأولى .

و باستعراض ماسبق نجد أن الإختلاف في تشغيل البحيرات يتركز أساسا في طريقة التخلص من المواد العالقة والإستفادة منها حتى لاتؤثر على كفاءة المعالجة ، وفي نفس الوقت يكون التخلص من الرواسب بطريقة عملية غير معقدة وغير مكلفة حيث يسمح عمق البحيرات بتراكم الرواسب لسنوات بدون التأثير على تشغيلها ، وهذه الطريقة هي عموما أبسط طرق المعالجة التي تستخدم فيها معدات في التشغيل.

- **المفاعل الدفعى المتتابع** (*SRB*)

إن المفاعل الدفعى المتتابع يعتمد على نفس النظرية التقليدية لمعالجة الحماءة النشطة ولكن بإضافة نظرية الملء والإفراغ، حيث أن عمليات التهوية والترسيب والترويق متماثلة فى الطريقتين ولكن الاختلاف الوحيد هو أن فى الطريقة التقليدية تتم خطوات المعالجة فى خزانات منفصلة أم فى **SRB** فى أن جميع الخطوات تتم بطريقة متتابعة فى نفس الخزان.

وعموما فإن المفاعل الدفعى المتتابع يتكون من خمسة خطوات كما هو مبين فى شكل (3-11) وجدول (3-3)، ويتم إجراء هذه الخطوات بالتسلسل الآتى:

1. ملء
2. تفاعل (تهوية)
3. ترسيب (ترويق)
4. تصريف
5. السكون

ويعتبر التخلص من الحماءة من أهم خطوات عملية الـ **SBR** والتى تؤثر بشدة على الأداء العام للعملية وتحدث هذه العملية عادة خلال مرحلة الترسيب أو خلال الخطوة المرحلية. ومن ضمن المميزات الفريدة لنظام الـ **SRB** عدم احتياجه لنظام إعادة الحماءة النشطة **(RAS)** حيث أن التهوية والترسيب يحدثان فى نفس الغرفة ولذلك لا يحدث أى فقد للحماءة فى خطوة التفاعل وبالتالى لا يوجد ما يستدعى إعادة الحماءة من المروق للحفاظ على محتواها فى غرفة التهوية.

ويجب الوضع فى الاعتبار أن جميع أنواع مياه الصرف التى تعالج بالطرق التقليدية للحماءة النشطة يمكن ان تعالج بنظام الـ **SBR**

وصف لعملية المعالجة البيولوجية بطريقة المفاعل المتتابع الدفعي

الخطوة التشغيلية مرحلة المعالجة	وصف مرحلة المعالجة
الملء	**الغرض الاساسي من تلك العملية هو اضافة او طرح مياه** الصرف الداخلة للمفاعل . وتتحكم عملية الملء في ارتفاع منسوب الماء داخل المفاعل من 25 % (عند نهاية الخطوة المرحلية) الي 100 % . وتستغرق عملية الملء حوالي 25 % من زمن الدورة الكاملة .
التفاعل	الغرض الاساسي من هذه العملية هو اتمام التفاعلات التي بدأت خلال عملية الملء وتستغرق هذه العملية 35 % من الزمن الكلي للدورة .
الترسيب	الغرض الاساسي من هذه العملية هو اتاحة الفرصة للترسيب للمواد الصلبة وصرف المياه الطافية . وتعتبر هذه الخطوة في الدورة الكاملة ذات كفاءة عالية مقارنة بمثيلاتها في نظام السريان المستمر وذلك لان جميع محتويات المفاعل تكون في ركود كامل .
التصريف	ان الغرض من هذه العملية هو ازالة الماء الرائق المعالج من المفاعل وهناك طرق عديدة لازالة الماء ولكن اكثرها انتشارا الحواجز العائمة أو المنضبطة ، ويتروواح زمن عملية التصريف بين 5 الي 30% من زمن الدورة الكاملة (15 دقيقة الي ساعتين) ويكون الزمن المثالي هو 45 دقيقة.
السكون	والهدف من هذه العملية هو اعطاء الوقت الكافي للمفاعل لاكمال دورة الملء وذلك قبل الانتقال إلي مفاعل اخر ، ولان هذه المرحلة ليست ذات اهمية فانها غالبا ما تختصر او تلغي.

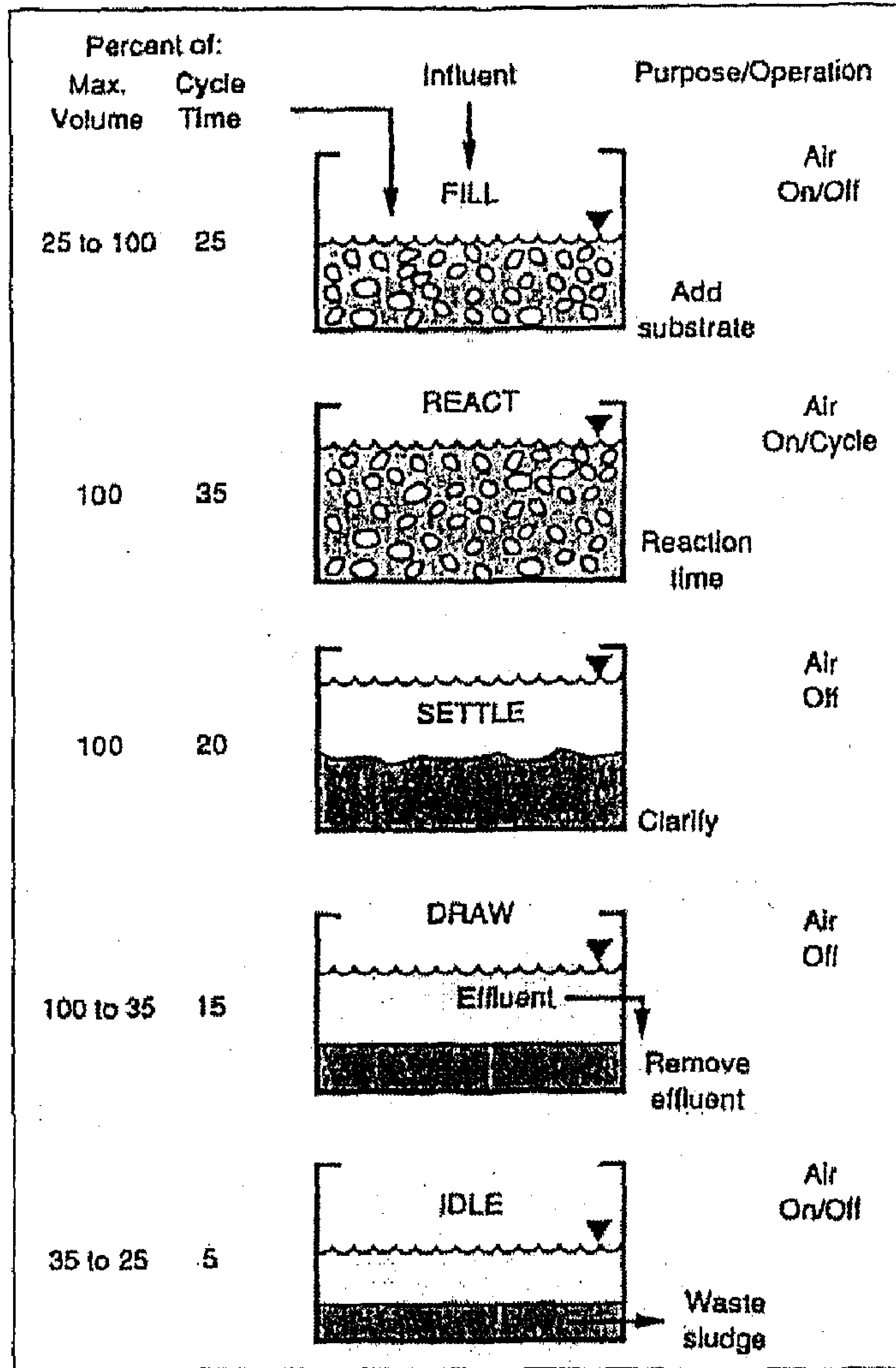


Figure Typical operation sequence for a sequencing batch reactor.

Figure2-16 Typical operation sequence for a sequencing batch reactor.

ب- النمو الهوائى المتلاحق

وتستخدم هذه الطريقة عادة فى إزالة المواد العضوية من مياه الصرف، وفى عمليات البسترة، وتشمل المرشحات الزلطية، المرشحات الخشنة، الأقراص البيولوجية الدوارة و **Fixed Film Nitrification Reactor**.

▫ المرشحات الزلطية (المرشحات الهوائية البيولوجية)

إن المرشحات الزلطية ما هى إلا تطور لفكرة حقول البكتريا والتى تعتمد على أحواض ذات جدران وأرضية صماء مملوءة بالزلط أو كسر الحجارة الصلبة، وعند التشغيل يملأ الحوض بالمخلفات السائلة ببطء وعندما يمتلئ تترك المخلفات فى

الحوض لمدة قصيرة ثم تفرغ محتويات الحوض ويبقى فارغا مدة أخرى قبل البدء في دورة جديدة، وتستغرق الدورة المثالية 12 ساعة (6 ساعات تشغيل و6 ساعات راحة).

ومن مساوئ هذه الطريقة ارتفاع نسبة حدوث الانسدادات وطول فترات الراحة المطلوبة بالإضافة إلى عدم قدرتها على تحمل أحمال التلوث المرتفعة.

أما المرشحات الزلطية الحديثة (شكل 3-12) فتتكون من أحواض ذات وسط عالي المسامية لكي يتيح الفرصة للمواد العضوية أن تلتصق على سطحه بينما تنساب المياه ببطء على سطح الزلط. ويتكون وسط المرشح عادة من زلط أو كسر حجارة صلبة أو مواد حشو بلاستيكية، ففي المرشحات ذو الوسط الزلطي يتراوح القطر المثالي للزلط من 1 إلى 4 بوصة (25 إلى 100 مليمتر) بينما يختلف العمق طبقا للتصميم ولكن عادة ما يتراوح بين 3 إلى 8 قدم (0.9 إلى 2.5 متر) بمتوسط 6 قدم (1.8 متر) وغالبا ما تكون هذه المرشحات دائرية وتزود بمجموعة من الموزعات الدوارة لتوزيع المياه على المرشح.

أما المرشحات الزلطية التي تستخدم البلاستيك كوسط تختلف أشكالها من دائري إلى مربع وبأعماق تتراوح من 14 إلى 40 قدم (4 إلى 12 متر)، ومن أشهر أنواع المرشحات ذات الوسط البلاستيكي:

1. المرشحات ذات السريان الرأسي للحشو
2. المرشحات ذات السريان العكسي للحشو
3. مرشحات ذو حشو عشوائي

ويتجمع الصرف الخارج من المرشحات في خزان ترسيب حيث يتم فصل المواد الصلبة من المياه المعالجة، وفي التشغيل العلمي يتم إعادة تدوير جزء من المياه الخارجة من المرشح لتخلط مع المياه الغير معالجة وذلك لتخفيف درجة تركيز الأحمال العضوية في المياه قبل دخولها المرشح بالإضافة إلى الحفاظ على طبقة البكتريا في حالة رطبة.

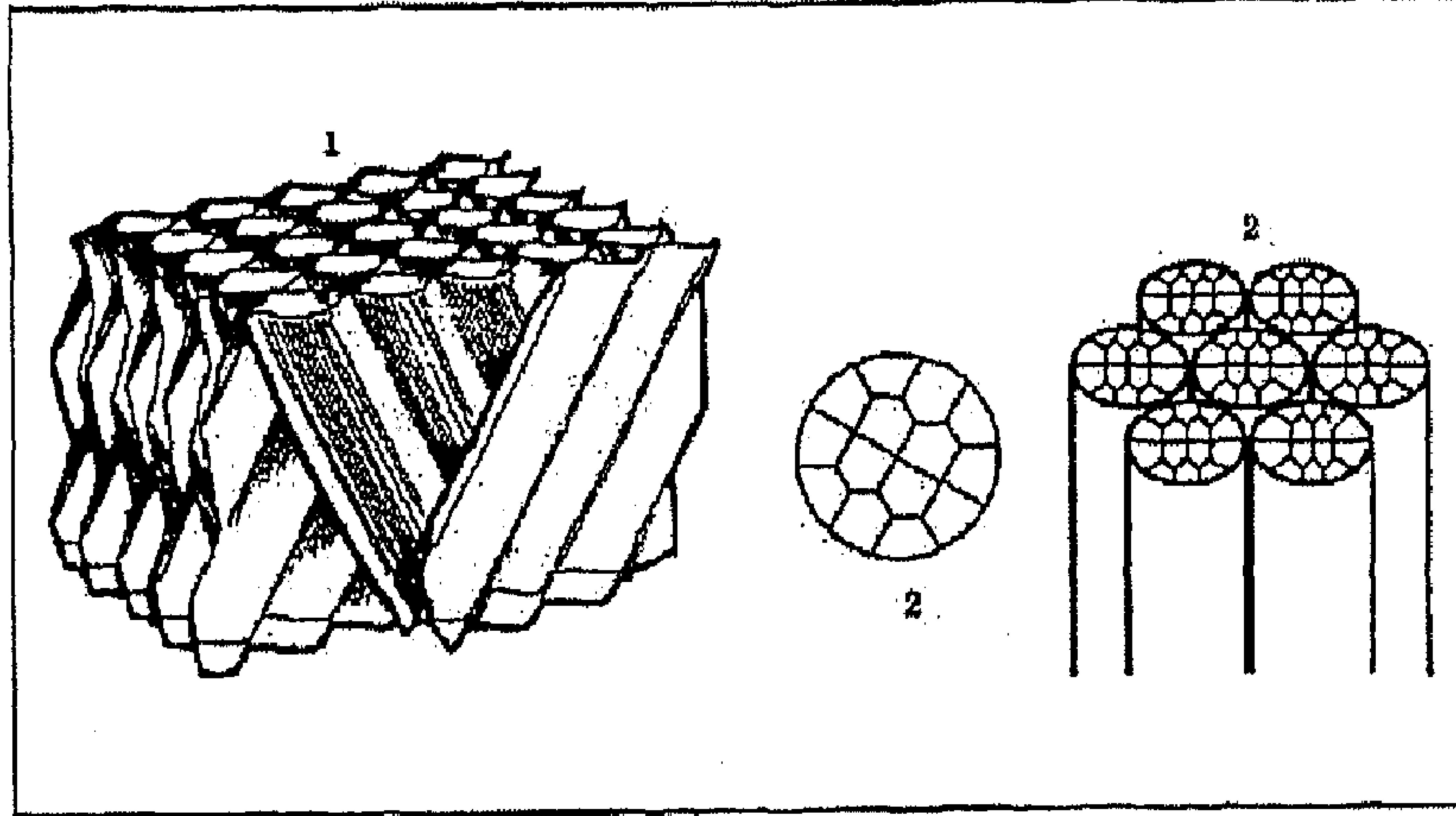


Figure 403. Examples of ordered plastic packing for trickling filter.
1 – Plasdek. 2 – Cloisonyle.

شكل2-17 يبين نماذج متعددة من المواد البلاستيكية

التي تستخدم في المرشحات البيولوجية

وصف عملية التنقية بواسطة ا لمرشحات البيولوجية

النظام البيولوجي داخل المرشح يشتمل علي كثير من الكائنات الحية الدقيقة مثل البكترية الهوائية والبكتريا اللاهوائية والبكتريا المتحولة والفطريات والطحالب والأوليات ، ويمكن أيضا أن يتواجد يرقات الحشرات والديدان والقواقع .

وعامة فإن البكتريا المتحولة هي الكائنات السائدة داخل معظم المرشحات البيولوجية.

وهناك دور كبير للبكتريا الهوائية واللاهوائية في تثبيت وأكسدة المواد العضوية، ومن أشهر الأنواع البكتيرية الموجودة الأتية :

، Sphaerotilus، Pseudomonas، Flavobacterium ،Achromobacter

Nitrobactor and Alkalizes، Nitrosomonas ،Beggiatoa

والفطريات ايضا تعمل علي تثبيت والتخلص من بعض الملوثات ، ولكن يعظم دورها في حالة انخفاض قيمة الأس الهيدروجيني وعند وجود صرف صناعي ، وتنمو الفطريات عند انخفاض التهوية وحالة انسداد المرشح .

الطحالب قد تنمو في الطبقات العليا من المرشح لقربها من الشمس، والطحالب ليس لها دور مباشر في تكسير المواد العضوية ولكن عند اوقات النهار فانها تضيف

أكسجين إلي المرشح ، وللطحلب بعض المشاكل مثل انها قد تسبب انسدادا للمرشح في الطبقات السطحية منه، مما قد يسبب بعض الروائح غير المرغوب فيها.

كما في طريقة الحماءة المنشطة فالبرتوزوا أو الأوليات ليس لها دور في المعالجة ولكن دورها هام في التحكم في النمو البكتيري فتزيل وتخلص المياه الخارجة من البكتريا الحرة السابحة والبكتريا التي لا تترسب بسهولة مما يؤكد دورها في عملية التنقية وتخفيض عدد البكتريا الممرضة .

وهناك كثير من العوامل التي تؤثر علي سيادة نوع أو آخر من الكائنات الدقيقة داخل المرشح البيولوجي مثل الاحمال الهيدروليكية والاحمال العضوية ومكونات مياه الصرف الداخلة وقيمة الآس الهيدروجيني والحرارة وتوافر الهواء والتهوية .

تشغيل المرشح

تعتمد طريقة لتشغيل علي نوع المرشح ، فالنسبة الي المرشحات المستطيلة ، يتم توزيع مياه المجاري علي سطح المرشح بواسطة رشاشات مثبتة علي سطح المرشح ، اما النوع الدائري فيتم توزيع المياه بواسطة مسامير مثقبة تدور بسرعة محددة واثناء دورانها تندفع المياه من الثقوب وتسقط علي سطح المرشح وتتخلل فجوات الزلط او الحجارة فتتكون علي اسطح هذه المواد طبقة شبه هلامية بها اعداد كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة والمواد العضوية ، وتحتوي هذ الطبقات البيولوجية المتكونة بالمرشح علي البكتريا والأوليات والفطريات والكائنات الأخري .

ويتركز النشاط الحيوي علي هذه الطبقة التي تتكون علي سطح الزلط مثلا وباستمرار مرور مياه المجاري علي هذه الآسطح يزداد سمك الطبقة البيولوجية ويكون الجزء الداخلي منها بعيدا عن نشاط البكتريا الهوائية

وتكون الطبقة الملاصقة لسطح الزلط عرضة لنشاط البكتريا اللاهوائية وما ينتج عنه من غازات مثل ثاني أكسيد الكربون، وتساعد مع المياه المتساقطة علي غسيل الطبقات البيولوجية من أسطح الزلط ، ويساعد علي ذلك بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تضعف من تماسك الطبقات البيولوجية فتخرج مع المياه إلي أحواض لترسيب الثانوية وتكتسب مياه المجاري الأكسجين أثناء رشها علي سطح المرشح ، بالاضافة إلي أن نشاط الكائنات الحية داخل المرشح ترفع درجة الحرارة بداخله فيخف كثافة الهواء فياخذ مسارا من اسفل لاعلي ويحل محله هواء جديد وتستمر هذه العملية مع

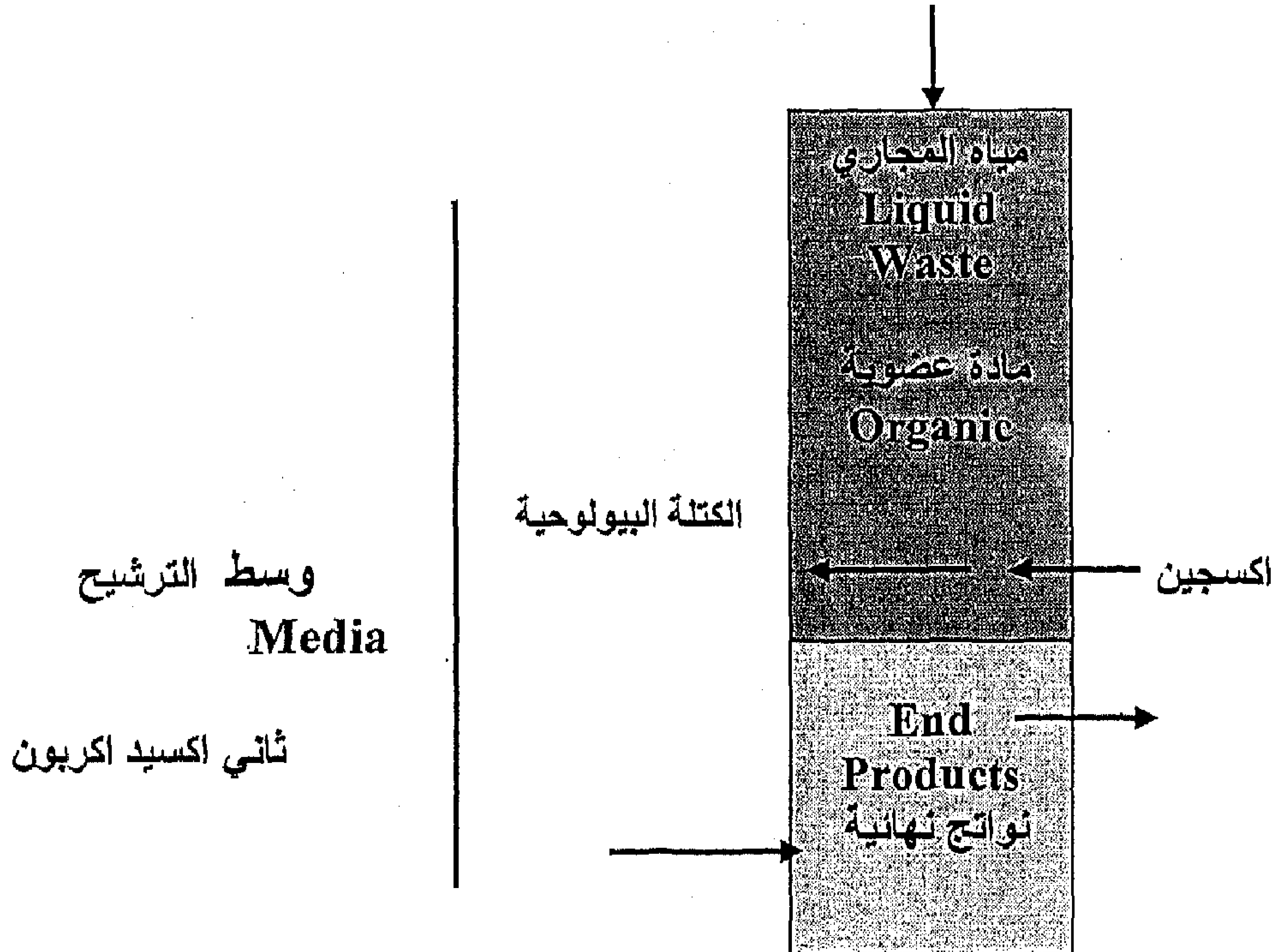
تشغيل المرشح وأثناء صعود الهواء إلي لأعلي ونزول المجاري إلي أسفل ، يحدث تلامس مستمر بين مياه المجاري والهواء مما يكسب هذه نسبة من أكسجين الهواء .

وفي وقد يستخدم الهواء لمضغوط للمساعدة في تهوية لمرشح عندما يزيد عمقه ويحتاج إلي مزيد من التهوية

وبعد مرور مياه المجاري بالمرشح يتم عمل صرف لها ، ولابد للمرشح من أن يأخذ فترة توقف راحة قبل امرار أية مياه مجاري أخري داخله والدورة الكاملة تستغرق حوالي 12 ساعة 6 ساعات للتشغيل و6 ساعات اخري لتوقف المرشح لاستعادة نشاطه البيولوجي .

وأثناء التشغيل العادي للمرشحات يمكن اعتبار أن الأكسجين الذائب الذي ينتقل من الهواء لمياه المجاري المتساقطة لا يزيد عن الأكسجين المستهلك بواسطة الطبقة البيولوجية المتكونة علي سطح الزلط ، والعكس صحيح أيضا ، أي لا يمكن أن يزيد الأكسجين المستهلك بواسطة البكتريا في الطبقة المتكونة علي أسطح الزلط عن الأكسجين الذي تاخذه مياه المجاري من الهواء الملامس لها في فجوات الزلط .

ويبين الشكل التالى ويوضح قطاع في مرشح بيولوجي وطبقاته .



شكل 4-18 مقطع في مرشح بيولوجي تبين طبقات المرشح وكتلته البيولوجية

Schematic representation of the cross section of biological slime in the trickling filter

وبتقدير اقصي معدل لإنتقال الأكسجين من الهواء الجوي لمياه المجاري المتساقطة يمكن تحديد أقصي معدل لاستهلاك الأكسجين بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ، وهذا يحدد اقصي تركيز للأكسجين الحيوي المستهلك في مياه المجاري التي يمكن رشها علي المرشحات، ولهذا تعتمد نسبة المياه المعادة من أحواض الترسيب او مخارج المرشحات علي تركيز الأكسجين الحيوي المستهلك في مياه المجاري الخارجة من أحواض الترسيب الإبتدائي . ولهذا السبب ايضا ترش مياه المجاري علي سطح المرشحات بصورة متقطعة .

كما أن الكائنات الحية في المياه المتساقطة خلال المرشح تستهلك أيضا بعض الأكسجين الذائب في مياه المجاري .

الملاحظات الهامة لتشغيل وحدات المرشحات البيولوجية

يستغرق تشغيل الوحدة كما قلنا سابقا عدة أيام يمر فيها الماء علي الوسط لإكثار وتنشيط القدر الكافي من الكائنات الحية الدقيقة المنوط بها إتمام عملية المعالجة البيولوجية ، وقد يلزم عدة اسابيع لاكتمال نمو هذه الكائنات للوصول لاقصي كفاءة ممكنة لوحدة المعالجة وتتوقف هذه المدة علي كثير من العوامل السابق ذكرها

وبمجرد نضوج وتكاثر الكائنات الحية في الوحدة ، لا يحتاج تشغيل هذه الوحدة الي مهارة كبيرة أو مجهود مضني بشرط ملاحظة الآتي :-

* عدم وجود أي انسداد في فتحات التوزيع في أعلي أو تكوين برك من الماء في أجزاء من الوحدة .
* عدم وجود روائح كريهة ، فمعني وجود روائح كريهة دليل علي انسداد فتحات التهوية .
* عدم وجود فرصة لتكاثر الذباب .
* عدم وجود اي تسرب للمياه خارج أحواض الوحدة .
* عدم زيادة الحمل علي الوحدة اكثر من الحد المسموح به في التصميم .
* عدم السماح بتوقف المياه في الوحدة وجفاف الوسط لأن الجفاف سوف يؤدي لهلاك جميع الكائنات الحية ، ومن الضروري إعادة دوران المياه عندما يكون الانسياب ضعيفا أو معدوما حتي يمكن الاحتفاظ بالوسط رطبا ونشيطا طوال الوقت والكائنات الحية ملتصقة به .

والشكل الآتى يبين نموذجا لمشروع متكامل لمياه الصرف الصحي بالمرشحات البيولوجية بنظم المعالجة الهوائية كما تعالج الحماءة لاهوائيا بالهضم ويشمل المشروع وحدات المعالجة البيولوجية والفيزيائية والكيميائية .

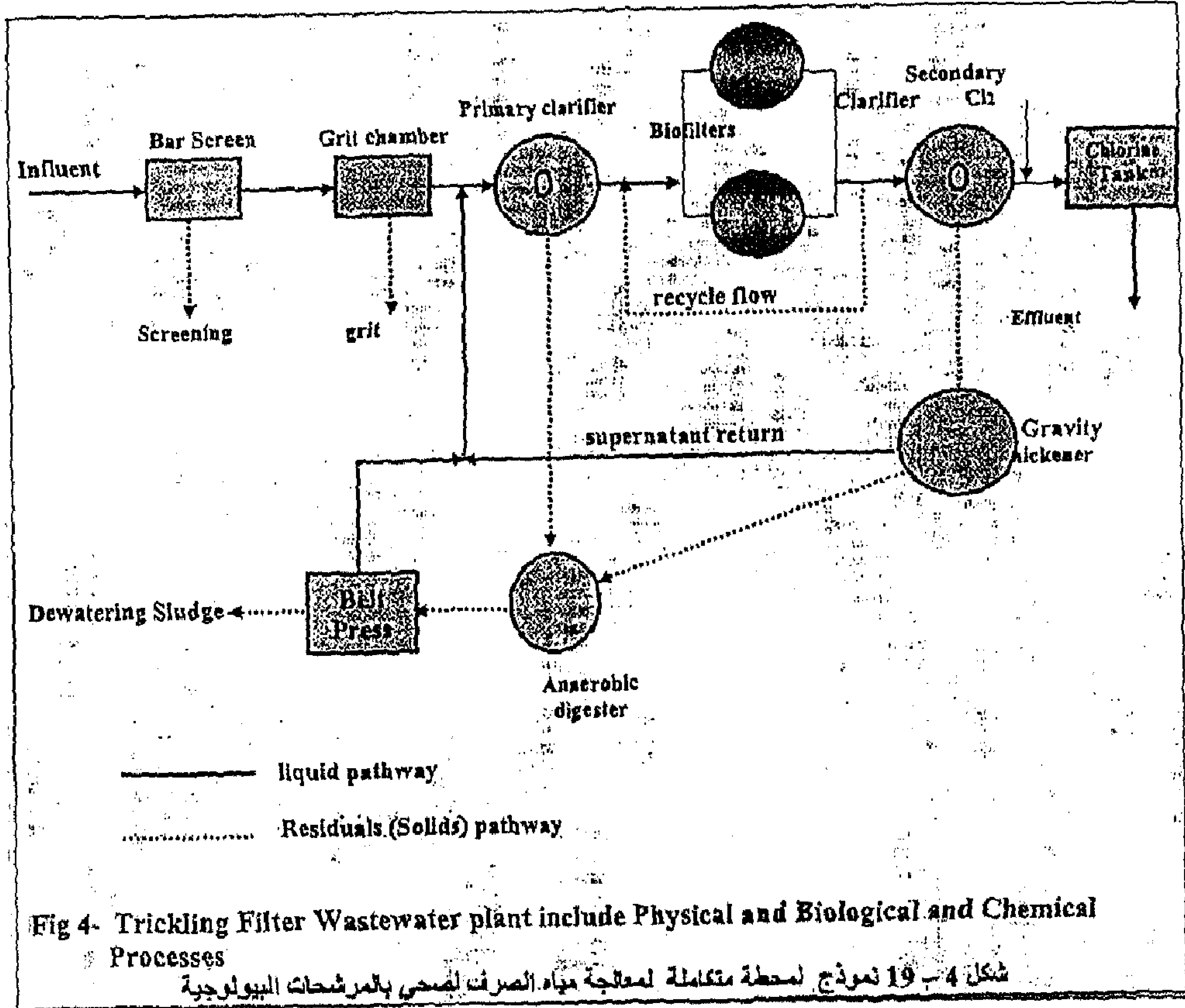


Fig 4- Trickling Filter Wastewater plant include Physical and Biological and Chemical Processes

شكل 4 ـ 19 نموذج لمحطة متكاملة لمعالجة مياه الصرف الصحي بالمرشحات البيولوجية

□ المرشحات الخشنة

وهى تشبه المرشحات الزلطية إلا أنها تختلف فى طريقة ومعدل التشغيل حيث أنها صممت لتعمل بمعدل أحمال هيدروليكية عاليه، وتستخدم هذه المرشحات لتقليل الحمل العضوى فى الصرف النهائى للعمليات وفى تطبيقات النيترة الموسمية لتقليل الحمل العضوى بحيث يعتمد الصرف الخارج من العملية البيولوجية على النيترة فى خلال شهور الصيف.

وفى الماضى كانت هذه المرشحات ضحلة وتستخدم وسط زلطى ولكن حاليا هناك اتجاه لاستخدام وسط صناعى أو خشب أحمر **(redwood)** ذو أعماق تتراوح من 12-40 قدم.

□ مفاعل المهد الثابت (Packed Bed Reactors)

وهى طريقة أخرى من طرق المعالجة باستخدام النمو الهوائى المتلاحق وتستخدم لإزالة الأكسجين الحيوى الممتص الكربونى وكذلك للنيترة. وتتكون هذه الطريقة من مفاعل محشو بوسط معين يتيح الفرصة للبكتريا الموجودة بأن تلتصق على سطحه. ويتم ملء المفاعل بالمياه من أسفل بواسطة نظام مناسب يضمن توزيع متجانس للمياه، كما يمكن إضافة هواء أو أكسجين نقى للعملية عند الضرورة.

وفى العشر سنوات الماضية تم تطوير العديد من العمليات اللاهوائية المختلفة لمعالجة الحماءة والمخلفات ذات الأحمال العضوية المرتفعة، وأكثر العمليات الشائعة لمعالجة مياه الصرف بطريقة النمو اللاهوائى المعلق هى طريقة الخلط الكامل للتخمير اللاهوائى **(complete mix anaerobic digestion process)**

2-4-2 المعالجة البيولوجية اللاهوائية

وقد تم تطوير هذه العملية لمعالجة الحماءة و المخلفات ذات الأحمال العضوية المرتفعة، ولها العديد من المميزات والمساوئ طول فترة الاستبقاء فى المفاعل للتأكد من تثبيت المواد العضوية وذلك نتيجة لمعدل النمو البطئ.

هذا وتتحول أغلب هذه المخلفات العضوية إلى غاز الميثان والذى يمكن استخدامه فى عمليات صناعية وبالتالى فهو يعتبر منتج ثانوى.

وتندرج درجة الحرارة المرتفعة المطلوبة لإجراء المعالجة ضمن مساوئ هذه الطريقة وذلك بالرغم من ان درجة الحرارة المرتفعة تكون مطلوبة فقط فى حالة عدم القدرة على الحصول على الاستبقاء الطويل للمخلفات داخل المفاعل عند درجات الحرارة العادية.

- **العملية اللاهوائية المتلامسة**

وتستخدم هذه الطريقة لمعالجة المخلفات ذات الأكسجين الحيوى الممتص العالى، حيث يتم خلط المياه الغير معالجة مع الحماءة المعاد تدويرها ثم يتم التخمير فى مفاعل محكم الغلق لمنع دخول الهواء، يلى التخمير عملية الفصل وتتم باستخدام مروق أو وحدة تعويم هوائية حيث يتم صرف المياه (وغالبا لوحدات معالجة أخرى) ويتم إعادة تدوير الحماءة المترسبة.

3-4-3 المعالجة بطريقة البحيرات

ويمكن تقييم هذه البحيرات إلى:

1- بحيرات هوائية
2- بحيرات إنضاج
3- بحيرات **Facultative**
4- بحيرات لاهوائية

وذلك طبقا لكمية الأكسجين الموجودة، وأكثر هذه البحيرات انتشارا فى مصر هى بحيرات التثبيت الهوائية

أ- بحيرات التثبيت الهوائية

وهى بحيرات صناعية كبيرة ضحلة تستخدم لمعالجة مياه الصرف باستخدام طرق طبيعية تشمل استخدام كلا من البكتريا والطحالب.

ويوضح جدول (3-4) و (3-5) طرق المعالجة الرئيسية المستخدمة فى مصر، مميزاتها، مخاطرها، مشاكلها، وتطبيقاتها فى الصناعة المصرية.

طرق المعالجة الرئيسية - مميزاتها وعيوبها

طريقة المعالجة	المميزات	المخاطر والمشاكل	مؤشرات التشغيل	مؤشرات الرصد
المصافى	- إزالة الجزيئات العالقة الكبيرة الحجم وبالتالى تقليل الحمل العضوى. - تجانس السريان	- انسدادات، طفح وقد يحدث انبعاثات لروائح نتيجة لعدم التنظيف المستمر	- المواد العالقة الكلية	- المواد العالقة الكلية
فاصل CPI, API	- بساطة التصميم - معالجة كميات كبيرة - المتطلبات لمعدات ميكانيكية وكهربائية محدودة - تكاليف صيانة وتشغيل قليلة	- تتطلب مساحة كبيرة - إمكانية محدودة لإزالة الزيوت والشحوم	- الزيوت والشحوم الحرة	- الزيوت والشحوم الحرة
معادلة السريان	- تقليل حجم وتكلفة منشآت المعالجة	- تحتاج لمساحة كبيرة من حالة السريان بمعدل مرتفع - ظروف لاهوائية فى حالة إذا لم يتم التهوية	- زمن البقاء	- العكارة
أحواض الترسيب	- سهولة التشغيل - ثبات عملية المعالجة (تقليل الحمل المفاجئ	- قد يسبب عدم التحكم الصحيح على خزانات الترسيب إلى حمل زائد فى الـ BOD والمواد الصلبة - قشور - تتطلب مساحة كبيرة	- المواد العالقة الكلية - لأكسجين الكيميائى الممتص	- المواد العالقة الكلية

طريقة المعالجة	المميزات	المخاطر والمشاكل	مؤشرات التشغيل	مؤشرات الرصد
فاصل الرقائق (Lamella)	- كفاءة فصل عالية. - سهولة صرف الحمأة المترسبة. - تتطلب مساحة صغيرة	- مشاكل فى التنظيف	- المواد العالقة الكلية - الأكسجين الكيميائى الممتص	- المواد العالقة الكلية
التجمع (coalescence)	- صغير ومضغوط - سهولة الصيانة والتشغيل - تكلفة قليلة	- سعة محدودة - إزالة جزئية للزيوت المستحلبة	- الزيوت والشحوم الكلية	- الزيوت والشحوم الكلية
التعويم بالهواء الذائب (DAF)	- إزالة كلا من الزيوت الحرة والمستحلبة - إزالة كلا من المواد الصلبة العائمة (الطافية) والراسبة. - إمكانية إزالة جميع الجزيئات الصغيرة والخفيفة فى وقت قصير	- استهلاك مرتفع للكيماويات - زيادة نسبية لكمية الحمأة النهائية	- الزيوت والشحوم - المواد العالقة الكلية - لأكسجين الكيميائى الممتص	- المواد العالقة الكلية - الزيوت والشحوم
الحمأة النشطة التقليدية	- تتطلب مساحة صغيرة - لاتوجد مشاكل من الذباب	- ارتفاع استهلاك الطاقة - تراكم الحمأة - تحتاج لعمالة ماهرة للتشغيل	- MLSS - MLVSS - مستوى الأكسجين الذائب	- الأكسجين الحيوى الممتص
التهوية لمدة طويلة	- يتم هضم الحمأة جزئياً داخل الخزان. - مقاومة اكبر لتغيير فى الأحمال المفاجئة	- زمن الاستيفاء فى المروق النهائى ضعف الطريقة التقليدية - استهلاك مرتفع للأكسجين	- MLSS MLVSS - مستوى الأكسجين الذائب	- الأكسجين الحيوى الممتص

طريقة المعالجة	المميزات	المخاطر والمشاكل	مؤشرات التشغيل	مؤشرات الرصد
البحيرات المهواه تهوية صناعية	- إزالة جيدة للأكسجين الحيوى الممتص	- زيادة كبيرة فى الحمأة المنتجة - ارتفاع نسبة المواد الصلبة العالقة فى الصرف	- مستوى الأكسجين الذائب	- الأكسجين الحيوى الممتص
المفاعل المتتابع الدفعى (SBR)	- كفاءة عالية - توفير فى المساحة حيث لايوجد مروق منفصل - انتاج كمية أقل من الحمأة	- ارتفاع استهلاك الطاقة - حدوث قصور فى حالة حدوث أ مشاكل فى نظام التحكم الآلي	- المواد العالقة الكلية - لأكسجين الكيميائى الممتص	- لأكسجين الكيميائى الممتص
المرشحات الزلطية	- تكلفة قليلة للمعدات والطاقة. - إمكانية احتمال اى تغير مفاجئ فى الأحمال العضوية - أدنى كمية حمأة منتجة	- مشاكل من الذباب والروائح - سعة محدودة - انسداد المرشحات	- الأكسجين الحيوى الممتص - لأكسجين الكيميائى الممتص	- الأكسجين الحيوى الممتص - لأكسجين الكيميائى الممتص
Bio tower	- أدنى كمية حمأة منتجة - تصميم رأسي وبالتالى لايحتاج إلى مساحة.	- مشاكل من الذباب والروائح - سعة محدودة - انسداد المرشحات	- RO	- لأكسجين الكيميائى الممتص
المعالجة اللاهوائية	- أحمال عضوية مرتفعة - كمية قليلة من الحمأة	- إنتاج الـ Biogas - درجة الحرارة المطلوبة 30 ^{o}م - حساسية عالية للتغير الفاجئ فى الأحمال العضوية	- المواد العالقة الكلية - الأكسجين الحيوى الممتص - لأكسجين الكيميائى الممتص	- الأكسجين الحيوى الممتص

2-5 التقنيات المجمعة المستخدمة فى مصر

2-5-1 المعالجة الفيزيو كيميائية

تستخدم المعالجة الفيزيائية الأولية لتقليل الحمل العضوى الناتج من وجود نسبة مرتفعة من المواد الصلبة العالقة والزيوت والشحوم وذلك قبل إجراء المعالجة الكيميائية، وغالبا ما تكون هذه الخطوة الأولية عبارة عن فاصل لإزالة المواد الغير الذائبة والغير ممتزجة من مياه الصرف.

وتمر المخلفات السائلة أولا فى مصفاة بغرض حجز مواد الردم والهدم ثم تدخل إلى مصيدة زيوت لإزالة الزيوت الحرة، وغالبا ما تكون الخطوة الأولى فى المعالجة هى الترويق لإزالة العكارة والمواد الطافية والراسبة وذلك لأن وجود هذه الملوثات يؤثر على عملية المعالجة ويحد منها.

ويتم إجراء خطوة الترويق قبل إدخال المياه خزان المعادلة (التجميع) والذى يهدف إلى التحكم فى تغيرات مواصفات مياه الصرف وفى المعالجة الكيميائية يتم إضافة الكيماويا ت المروية ويتم خلطهم ميكانيكيا وذلك بغرض تكوين ندف هلامية **(Flocs)** والتى يمكن بعد ذلك ترسيبها باستخدام حوض الترويق الأولى.

كما يمكن استخدام وحدة التعويم باستخدام الهواء الذائب **(DAF)** كطريقة فيزيو كيميائية وذلك لإزالة المواد العالقة والزيوت والشحوم وبالتالى تقليل الحمل العضوى.

2-5-2 المعالجة الكيميائية البيولوجية

ويتم استخدام هذه الطريقة عند وجود نسب مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة والمعلقة وذلك بهدف تقليل الحمل العضوى للمياه قبل إدخالها على وحدة المعالجة البيولوجية.

كما يجب ملاحظة أن الرمال والزيوت والشحوم والمواد الناتجة الأخرى يجب ألا تدخل وحدة المعالجة البيولوجية وذلك لما لهذه المواد من آثار سيئة على البكتريا حيث يمكن ان تسمم البكتريا أو تقتلها، ولذلك فإن المعالجة الأولية الجيدة تعطى أداء جيدا وثابتا لفترة طويلة.

ومن وجهة النظر الصناعية، فإن المعالجة الكيميائية الأولية تتيح الفرصة للمعالجة البيولوجية أن تعمل تحت ظروف ثابتة، ولذلك فإنه من الضرورى إجراء الخطوات الآتية قبل الدخول فى مرحلة المعالجة البيولوجية:

- منع دخول أى مواد سامة أو حائلة.
- معالجة مياه الصرف الداخلة والتى قد تكون متغيرة الأحمال نتيجة للتهوية فى أحواض المعادلة.
- فصل الرواسب العضوية والغير عضوية.
- معادلة التذبذب فى الأس الهيدروجينى.

2-5-3 المعالجة الهوائية / اللاهوائية

وتستخدم هذه الطريقة فى حالة:

- وجود حمل عضوى مرتفع للغاية
- احتواء الحمل العضوى على كمية كبيرة من مركبات المواد العضوية.

وتصل كفاءة المرحلة اللاهوائية إلى حوالى 75-80%، ثم يمر الصرف إلى المرحلة الهوائية لاستهلاك باقى المواد العضوية، ويتم ضخ الـ **aerobic biosolids** الزائدة إلى خزان الحماءة الهوائية بينما يتم ضخ الـ **anaerobic biosolids** الزائدة إلى خزان الحماءة اللاهوائية ثم إلى وحدة نزع الماء.

وتطبيقات هذه الطريقة محدودة فى مصر مقارنة بأوربا وأمريكا حيث تستخدم بكفاءة وثبات عال الذى يضمنه إجراء العملية على مرحلتين.

الباب الثالث 3

معالجة الحماءة (الرواسب) والتخلص منها

الفصل الأول

3-1 معالجة الحماءة والتخلص منها

3-1-1 العمليات الأولية

3-1-2 تثخين الحماءة

3-1-3 تثبيت الحماءة

1-3 معالجة الحماءة والتخلص منها (Sludge Treatment & Disposal)

نتيجة لعمليات معالجة المخلفات السائلة تنفصل نسبة كبيرة من المواد الصلبة عن المخلفات السائلة ومن ثم يلزم التخلص من كل من المواد الصلبة والسوائل كل على حدة.

وتشتمل المكونات التى يتم فصلها فى محطات المعالجة خبث المصافى والرمال والزلط ونواتج الكشط والحماءة وتحتوى الحماءة على نسبة عالية من المياه حيث تصل نسبة المواد الصلبة فيها إلى 0.25 % - 12% بالوزن وتختلف النسبة طبقا للعمليات المستخدمة. وتعتبر الحماءة أكبر المخلفات من حيث الحجم، وتعتبر عمليات المعالجة والتخلص من الحماءة من أعقد المشاكل التى تواجه المهندس المتخصص فى مجال معالجة مياه الصرف.

المشاكل التى تتعلق بالحماءة معقدة لأن الجزء الأكبر منها يحتوى على المواد التى تتسبب فى وجود الخواص الكريهة لمياه الصرف الغير معالجة. وبالنسبة للحماءة الناتجة من عمليات المعالجة البيولوجية فإن الجزء الذى يجب التخلص منه يتكون من المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف ولكن فى شكل آخر يمكن أن يتحلل ويصبح كريها أيضا. ويبقى جزء قليل فقط من الحماءة فى صورة مواد صلبه.

وتستخدم عمليات التثخين (التركيز) والتجهيز ونزع المياه والتجفيف أساسا فى تخلص الحماءة من نسبة المياه الموجودة بها. وتستخدم عمليات الهضم والكمر والحرق وأكسدة الهواء الرطب والمفاعلات والأنابيب الرأسية أساسا فى تجهيز وتثبيت المادة العضوية فى الحماءة.

3-1-1 العمليات الأولية

وتشمل العمليات الاتية :-

ا- طحن الحماءة

ب- وإزالة الرمال والحصي من الحماءة

ج- خلط الحماءة

د- تخزين الحماءة

وتعتبر عمليات طحن الحماءة وإزالة الرمال والخلط والتخزين من العمليات الضرورية من أجل تجهيز الحماءة لإدخالها على معدات معالجة الحماءة فى شكل منتظم ومتجانس نسبيا. ويمكن إتمام عمليتي الخلط والتخزين فى وحدة واحدة مصممة للقيام بعمليتين أو إتمام كل عملية على حدة فى وحدات المحطة المختلفة.

أ- طحن الحماءة

هى عملية يتم فيها تقطيع القطع الكبيرة والأجزاء الخيطية والألياف الموجودة بالحماءة إلى قطع صغيرة لمنع انسداد المعدات أو التفاف قطع الحماءة حولها.

ب- إزالة الحصى من الحماءة

فى بعض المحطات التى لا تستخدم معدات منفصلة لإزالة الحصى قبل أحواض الترسيب الابتدائي أو التى تحتوى على معدات لإزالة الرمال ولكنها غير ملائمة لتحمل مستويات التدفق العالية أو أحمال الحصى المرتفعة. فإنه قد يكون من الضرورى إزالة الرمال قبل القيام بأي عمليات أخرى للحماءة. وتأتى عملية إزالة الرمال والحصى كحل عملى حين يتطلب الأمر مزيدا من التثخين للحماءة الأولية.

وافضل الطرق لإزالة الحصى والرمال من الحماءة هو عن طريق استخدام الطرد المركزى فى نظام تدفق من أجل فصل جزيئات الحصى والرمال من الحماءة العضوية ويتم هذا الفصل من خلال استخدام فاصل الرمال الدوار **(cyclone degritter)** الذى لايحتوى على أجزاء متحركة (بالطرد المركزى).

ج- خلط الحماءة

يتم خلط الحماءة من أجل تكوين خليط متجانس وهذا مهم فى أنظمة الزمن القصير للاستبقاء مثل عملية نزع المياه من الحماءة والمعالجة الحرارية والحرق. ويجب إدخال حماءة ذات قوام متجانس وجيد الخلط إلى وحدات المعالجة لزيادة كفاءة التشغيل للمحطة ويمكن خلط الحماءة من المراحل الأولية والثانوية والمتقدمة بطرق عديدة:

- فى أحواض الترسيب الابتدائى
- فى الأنابيب
- فى معدات معالجة الحماءة التى لها زمن استبقاء طويل
- فى حوض منفصل للخلط

وعادة يتم تزويد أحواض الخلط بالقلابات الميكانيكية والحواجز للحصول على الخلط الجيد

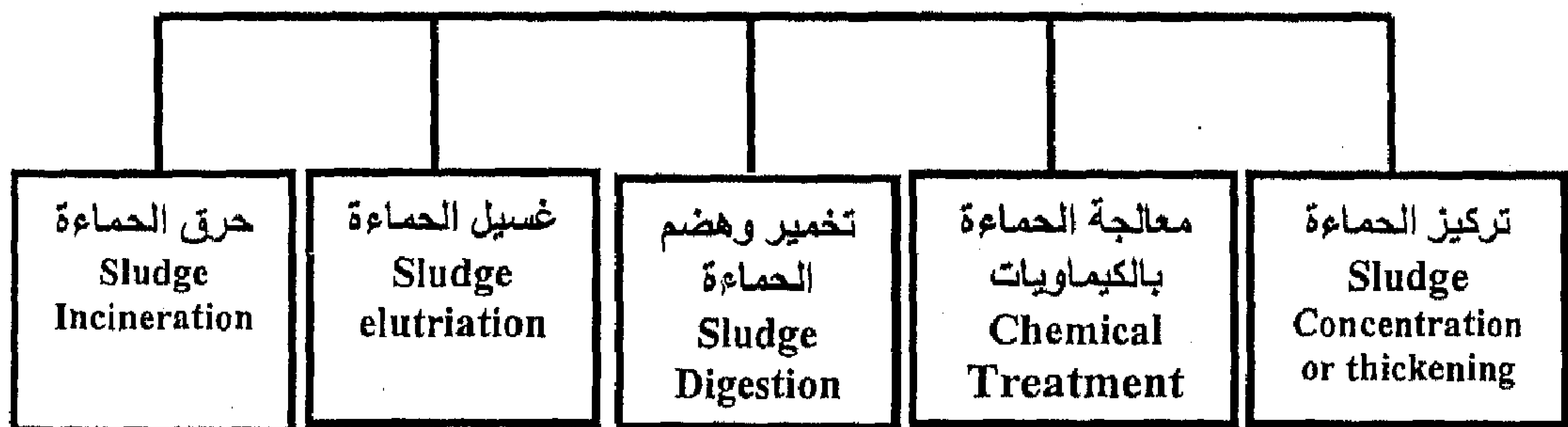
د- تخزين الحماءة

يجب تخزين الحماءة من اجل تقليل الإضطرابات فى معدل إنتاج الحماءة ولإتاحة الفرصة لتراكم الحماءة أثناء توقف تشغيل وحدات معالجة الحماءة. وتأتى أهمية تخزين الحماءة فى تثبيت معدل إدخال الحماءة بالنسبة للعمليات الآتية:

- التثبيت بالجير
- المعالجة الحرارية
- نزع المياه الميكانيكى
- التجفيف
- الاختزال الحرارى

وفى الوحدات الصغيرة الحجم يتم تخزين الحماءة عادة فى أحواض الترسيب والتخمير. أما فى الوحدات الكبيرة التى لا تستعمل المخمرات الهوائية أو اللاهوائية فيتم تخزين الحماءة غالبا فى أحواض خلط وتخزين منفصلة. ويمكن تغيير حجم الحوض ليتم استبقاء الحماءة لعدة ساعات وحتى عدة أيام وإذا تم تخزين الحماءة لأكثر من يومين أو ثلاثة فإنها تفسد ويصعب تجفيفها.

معالجة الحماءة
Sludge Treatment



3-1-2 تثخين وتركيز الحماءة

يستخدم التثخين لزيادة نسبة المواد الصلبة فى الحماءة من خلال إزالة جزء من المحتوى المائى. وتتم عملية التثخين بطرق فيزيائية كالتثخين بالترسيب والطفو وتستخدم الطريقة الأولى بكثافة بينما تستخدم الطريقة الثانية نادرا.

☐ ***التثخين بالترسيب***

يتم التثخين بالترسيب فى أحواض مماثلة لأحواض الترسيب المعروفة ، وغالبا تستخدم أحواض دائرية لهذا الغرض. ويتم استرجاع السائل الذى يطفو على سطح الحماءة المركزة إلى حوض الترسيب الابتدائى أو إلى بداية محطة المعالجة. ويتم ضخ الحماءة المثخنة المترسبة فى أسفل الحوض إلى أحواض التخمير أو إلى وحدة نزع المياه. ويعتبر التثخين بالترسيب هو الأسلوب الأكثر فعالية بالنسبة للحماءة الأولية.

تحتوي المياه المنصرفة من أحواض الترسيب علي 95 الي 97 % ماء من وزنها وهذا يؤدي الي تكاليف كبيرة في ضخها او نقلها للتخلص منها لذلك تستعمل وحدات التركيز للتخلص من جزء كبير من الماء . فالغرض الآساسي من أستعمال وحدات التركيز هو التخلص من بعض المياه الموجودة في الحماءة وتحويلها الي حماءة ذات تركيز من 5 الي 7 % وهذا يسهل عملية التشغيل وتخفيض تكاليف التخلص من الرواسب .

وتبني فكرة التركيز علي ترك الحماءة داخل المكثفات لساعات يتم فيها ترسيب الحماءة بفعل الجاذبيةالأرضية.

العوامل التي تؤثر علي كفاءة تركيز الحماءة

☐ <u>مدي انتظام دخول وخروج الماء من حوض التكثيف</u> وهو من العوامل الهامة فإن عدم انتظام دخول وخروج المياه يمكن ان يؤدي الي حدوث دوامات وتيارات ثانوية عند منطقتي المدخل والمخرج ، وهذه التيارات تحد من عملية ترسيب المواد العالقة ، كما أن عدم انتظام توزيع المياه في المدخل وتجميعها في المخرج بكامل قطاع الحوض قد ينتج عنه مناطق راكدة في انحاء الحوض **Dead Zones**

مما يحد من السعة الفعالة للحوض ومن ثم يحد من مكوث الماء في الحوض ، وبالتالي يقلل من كفاءة الترسيب .

ولذلك من الواجب مراعاة تصميم كل من المدخل والمخرج بحيث يضمن انتظـــام توزيع المياه وتجميعها وعدم تواجد المناطق الراكدة.

ب- نوعية الحماءة التي تم سحبها من المروقات وكمية الخبث بها ففي الوقت الذي تكون فيه الحماءة الإبتدائية أكثر كثافة لقلة الجزئيات المكونة لها وسهولة ترسيبها تكون لحماءة الثانوية أقل كثافة وتحتاج إلي مدة مكث اطول لإتمـــام ترســيبها هــذا بالإضافة إلي أن الخبث عادة يكون خفيف الوزن وكثرة كمية الماء المستعملة في دفعه تسبب تخفيف الخليط الداخل الي المكثف

ج- إزدياد عمر الحماءة المراد تركيزها يؤدي إلي تحللها بواسطة البكتريا وبذلك تتفتت الاجزاء الكبيرة منها بالإضافة إلي أن فقاعات الغازات المتولدة تلتصق بالأجزاء المتعفنة وتعمل كعوامات طافية يصعب معها الرسوب الي القاع .

د- ازدياد فترة المكوث في الوحدة يزيد من كفاءة التركيز ولكن يمكن ان يــؤدي ذلك الي نقص واستهلاك الأكسجين الذائب وتوقف نشاط البكتريــا الهوائيــة وتبــدأ البكتريا اللاهوائية في النشاط والنمو مسببة تحللا لاهوائيا للمواد العضوية مما يؤدي إلي تعفنها .

و- الارتفاع في درجة الحرارة يساعد علي تخفيف اللزوجة وزيادة كفاءة الترسيب ولذلك يمكن سحب الحماءة المركزة أكثر تكررا في الصيف منه أثناء الشتاء .

ي - زيادة الحمولة علي وحدة التركيز يقلل من كفاءة تشغيلها لزيــادة المــواد العالقة، فيجب ملاحظة تحميل الوحدة في حدود الطاقة التصميمية لها .

3-1-3 تثبيت الحماءة

يتم تثبيت الحماءة من أجل:

1) تقليل الطفيليات الضارة .
2) التخلص من الروائح الكريهة.
3) تقليل أو منع احتمال التعفن.

وتشمل تكنولوجيات تثبيت الحماءة:

1) التثبيت بالجير.
2) التثبيت بالتسخين.

3) التخمير اللاهوائى.

4) التخمير الهوائى.

ويعتبر التثبيت بالجير هو أكثر الطرق المستخدمة فى مصر.

- **التثبيت بالجير (تثبيت الحماءة بالكيماويات)**

يضاف الجير إلى الحماءة الغير معالجة فى كميات مناسبة بغرض رفع الأس الأيدروجينى إلى 12 أو أكثر. وهناك طريقتان لإضافة الحماءة إما قبل التجفيف أو بعد التجفيف، ويمكن استخدام إما الجير المائى أو الجير الحى فى تثبيت الحماءة كما يمكن استخدام الرماد **(Fly Ash)** وتراب مداخن الأسمنت **(Cement Kiln Dust)** كبديل للجير فى بعض الأحيان.

ويعطى التثبيت بالجير بعد التجفيف مزايا هامة بالمقارنة بالتثبيت الجيرى قبل التجفيف ومنها:-

1. يمكن استخدام الجير الجاف وبذلك لا تحتاج إلى إضافة المزيد من الماء إلى الحماءة الجافة.
2. لا يوجد أى احتياجات خاصة للتجفيف.
3. التخلص من مشاكل القشور **(scaling)** وصيانة معدات تجفيف الحماءة بالجير.

- **التخمير اللاهوائي** Anaerobic Digestion

عملية التحلل اللاهوائي تحدث في الطبيعة بصورة عادية وذلك عندما تتواجد كميات كبيرة من المواد العضوية في غياب الأكسجين، حيث تنشط الكائنات اللاهوائية وتنمو متغذية علي المواد العضوية الموجودة .

وتعد عملية تشغيل أحواض التحلل اللاهوائي للحماءة امرا صعبا لان البكتريا اللاهوائية التي تقوم بعملية التحلل للمواد العضوية لا تتواجد بصورة كافية في مياه المجاري الخام ، بالاضافة إلي أن معدل نموها بطيء جدا بالمقارنة بالبكتريا الهوائية ، وعند بداية التشغيل للهاضمات يتم تغذية الهاضم بحماءة من وحدات معالجة قريبة تحتوي علي بكتريا لاهوائية نشطة .

وعملية تخمير الحماءة هي عملية معالجة لاهوائية أساسا، حيث تخزن الحماءة في أحواض خاصة مقفلة تسمي الهاضمات **Digesters** ويتم التخمير بمعزل عن الهواء

وتنشط البكتريا اللاهوائية وتحلل المواد العضوية الي غازات ومركبات غازية ثابتة يمكن أستخدامها لتوليد الطاقة بصورة معينة.

ومكونات الغاز الحيوي الناتج عن مراحل الهضم اللاهوائي للحماءة تعتمد علي تركيب ومكونات المواد البادئة **Substrate** وعلي الظروف المحيطة بعملية تخمير الحماءة ، **ومن المهم معرفة التحلل اللاهوائي وخصائصه**

خصائص التخمير [التحلل] اللاهوائي Anaerobic Decomposition

- لا يحدث في وجود الاكسجين او النترات
- الكبريتات وثاني اكسيد الكربون هما مستقبلات للالكترونات
- يتم فيه اختزال الكبريتات الي كبريتيد الهيدروجين مسببا مشاكل الروائح الكريهة
- التحلل اللاهوائي يتم علي مرحلتين:

– مرحلة انتاج الاحماض ذات الوزن الجزيئي المنخفض (الأحماض المتطايرة) .

– مرحلة تحول الاحماض الي الميثان .

- اهم المشاكل التي تؤثر في التحلل اللاهوائي عدم ضبط الرقم الهيدروجيني ، حيث ان التحلل اللاهوائي **حساس جدا للتغير في قيمة الأس الهيدروجيني وانخفاض المواد المسببة للقلوية داخل نظام المعالجة .**
- نواتج التحلل اللاهوائي ثاني اكسيد الكربون والماء وخلايا جديدة و كبريتيد الهيدروجين
- عملية تكون خلايا جديدة تتم بصورة بطيئة مساوية لمعدل الاستهلاك البطئ للمادة الغذائية الموجودة
- ينتج عنه كميات قليلة من الحماءة لأنه أثناء التحلل اللاهوائي يتم اختزال كبير للمادة العضوية .
- التحلل اللاهوائي لا يحتاج الي كميات كبيرة من الطاقة حيث عدم الحاجة إلي عمليات التهوية وإمداد الأكسجين والتي تستهلك حوالي 60% من طاقة مشاريع المعالجة البيولوجية الهوائية.

- يحتاج لدرجات حرارة مرتفعة لتوفير الظروف البيئية المناسبة للبكتريا اللاهوائية .

والغازات الناتجة عن التفاعلات اللاهوائية في الهاضمات تتكون من الآتي :-

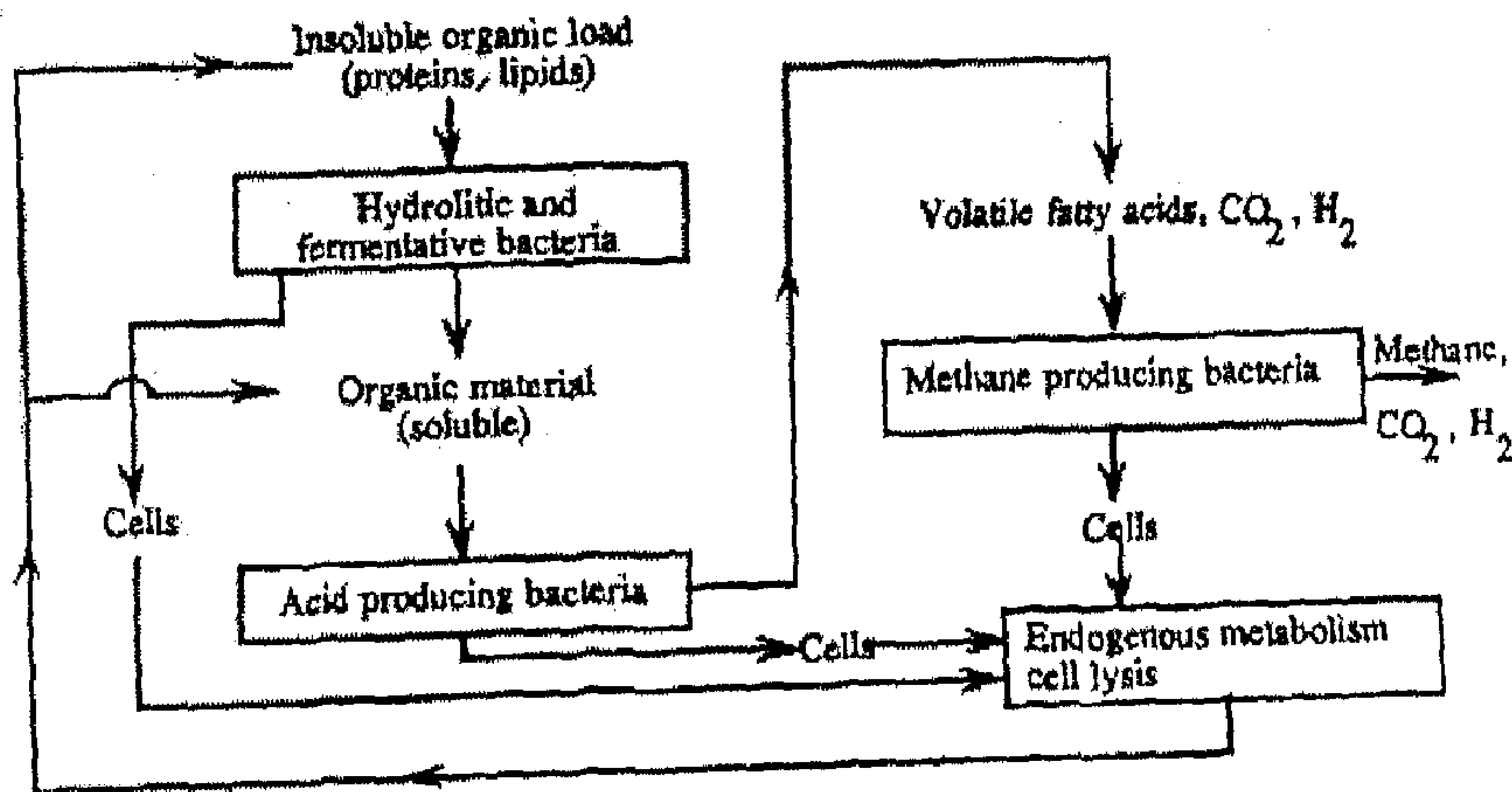
الغازات	النسبة المئوية
1. غاز الميثان Methane gas (CH_4)	% 75 - 55
2 . غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon Dioxide (CO_2)	% 40 - 25
3. غار النيتروجين Nitrogen	% 7.0 - 1.5
4 . غاز الهيدروجين Hydrogen	% 5 - 1

وربما تتكون وتنتج مواد وغازات أخري مثل غاز كبريتيد الهيدروجين إذا احتوت المياه المغذية للهاضمات علي كبريت عضوي او غير عضوي ، ويمكن أن تنتج الأمونيا من تحلل البروتينات.

وعموما يمثل الميثان القيمة الحيوية العليا من حيث كونه وقودا يمكن استغلاله في توليد طاقة تساهم في تشغيل محطات الصرف(قد تصل نسبة الاستفادة من غاز الميثان الي 60 % من طاقة محطة الصرف الكلية) .

وإذا قلت نسبة الميثان عن 55 % من القيمة الكلية للغازات الناتجة فان ذلك يدل علي أن عملية الهضم اللاهوائي لم تتم بصورة جيدة ، واذا كان ذلك يعتمد بدرجة أساسية علي مكونات وتركيب الحماءة الداخلة لحوض التخمير .

والشكل الآتى يبين مراحل الهضم اللاهوائي (التخمير اللاهوائي) وتكوين الميثان



مراحل الهضم اللاهوائي (التخمير اللاهوائي) وتكوين الميثان

خطوات الهضم اللاهوائي

1. التحلل المائي
2. التخمير
3. تكوين الأحماض
4. تكوين الميثان

فوائد عملية الهضم اللاهوائي [التخمير]

ا- تركيز المواد الصلبة في الحماءة بصورة جيدة ، اذ ان المواد الصلبة في الحماءة قبل التخمير حوالي 5 % والمياه 95% بينما تبلغ نسبة المواد الصلبة في الحماءة المخمرة 10 % والمياه 90 % ، وهذا التركيز يؤدي الي خفض في حجم الحماءة إلي حوالي 60 % من حجمها الاصلي .

ب- خفض اخر في حجم الحماءة نتيجة تحلل المواد العضوية لاهوائيا وتحولها الي غازات .

ج -الحماءة تامة التخمر لا يتصاعد منها رائحة كريهة .

د- يمكن الإستفادة الكاملة للغازات المتصاعدة من الهاضمات وذلك كوقود (فكرة عمل مولدات الميثان) .

و – الحماءة بعد التخمير أسهل وأقل تكلفة في التجفيف من الحماءة قبل التخمير.

ز- الحماءة بعد التخمير تكون عالية القيمة كسماد عن الحماءة قبل التخمير ، حيث تزداد قدرة النبات علي الإستفادة من عناصر الحماءة كلما زاد تثبيتها وتخميرها.

ه- التخمير يؤدي إلي خفض في عدد البكتريا الضارة وكذلك كثير من الطفيليات الضارة

أهمية توافر المغذيات لعملية المعالجة اللاهوائية لمياه الصرف الصناعي

في دراسة لمياه الصرف الناتجة عن نوعين من الصناعة هما المخلفات السائلة لمصنع عصر وتعليب الزيتون ومصنع لصناعة الورق تبين أهمية توافر المغذيات (النتروجين والفسفور) بنسب معينة حتي تحدث المعالجة اللاهوائية بنجاح تام.

والجدول الآتى يبين تركيزات الملوثات فى مياه الصرف لهاتين الصناعتين

	متوسط التركيزات لمخلفات صناعة عصر الزيتون مجم /لتر	متوسط التركيزات لمخلفات صناعة الورق مجم /لتر
الاكسجين الحيوي الممتص BOD	30.600	230
الاكسجين الكيميائي المستهلك COD	97.000	430
النتروجين الكلي T N2	532	13
الفسفور الكلي T-P	182	4

- من الجدول يتبين أن نسبة الأكسجين الكيميائي المستهلك إلي النتروجين في صناعة الزيتون هي 180 - 1
- نسبة الاكسجين الكيميائي المستهلك الي الفسفور في صناعة الزيتون هي 530 - 1
- نسبة الاكسجين الكيميائي المستهلك الي النتروجين الي الفسفور 911- 5- 1.7
- المعالجة اللاهوائية تتطلب ان تكون نسبة الاكسجين الكيميائي المستهلك الي النتروجين الي الفسفور من 1:5:250 الي 1:5:500 وطبقا للجدول نري ان هناك نقصا في تركيزات النتروجين والفسفور المطلوبة يجب إضافتها لمياه الصرف حتي نحصل علي أكبر كفاءة بيولوجية للمعالجة .

- ☐ التخمير الهوائي Aerobic Digestion

تستخدم طريقة التثبيت الهوائي للحماءة في محطات المعالجة الصغيرة والمتوسطة، واستخدام هذه الطريقة في المحطات الكبيرة غير اقتصادي لأن الحماءة تحتاج إلي التهوية لعدة أيام ويحتاج ذلك إلي أحواض تهوية كبيرة الحجم ذات معدات كبيرة ، حيث أن تهوية الحماءة تتم بنفس طريقة الحماءة المنشطة ، والبكتريا الهوائية تعمل علي أكسدة وتثبيت المواد العضوية بمساعدة الخلط والتقليب في الأحواض ووجود أكسجين ذائب في المياه .

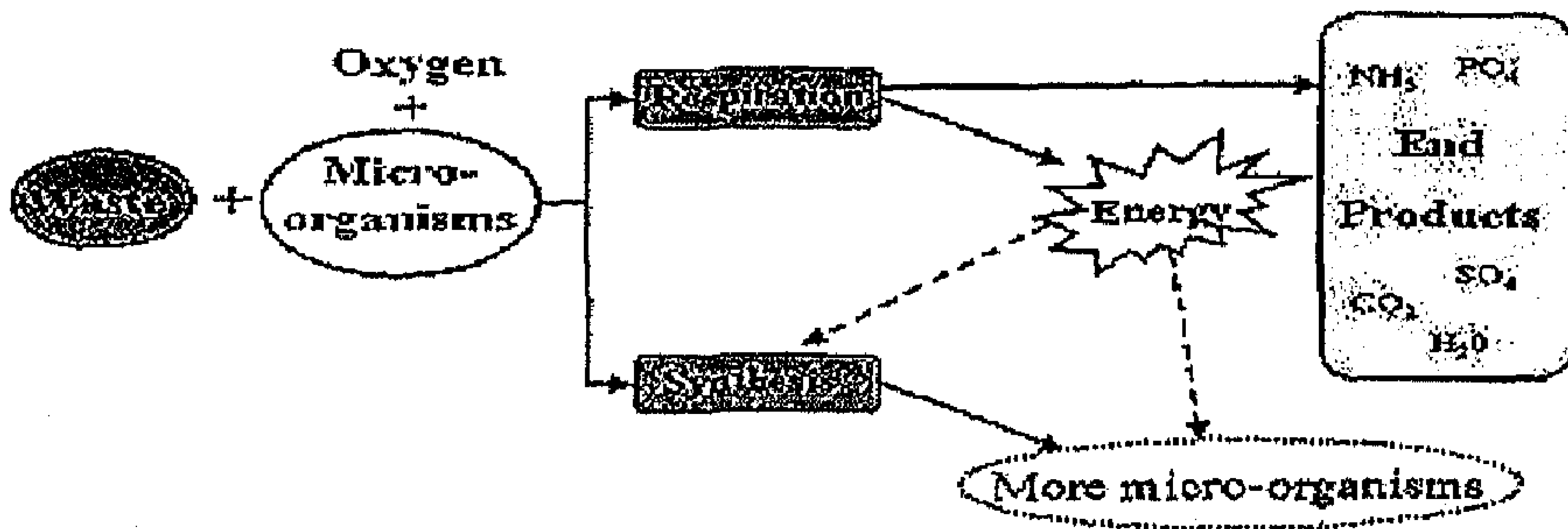
وفي حالة استخدام هذه الطريقة في تثبيت الحماءة المنصرفة من أحواض الترسيب الإبتدائي والنهائي معا، فتحتاج إلي تهوية لمدة 15 الي 25 يوم لأكسدة ما بها من مواد عضوية، يمكن بعدها تجفيف الحماءة بسهولة وبدون مشاكل الرائحة .

غالبا يستخدم التثبيت الهوائي لمعالجة الحماءة في الحالات الآتية :-

1-الحماءة الناتجة من طريقة الحماءة المنشطة التقليدية أو المرشحات البيولوجية

2- خليط من الحماءة الناتجة من الحماءة المنشطة التقليدية والمرشحات البيولوجية وأحواض الترسيب الأبتدائي

3- الحماءة الناتجة من طريقة الحماءة المنشطة التقليدية والتي ليس بها أحواض ترسيب إبتدائي .



مخطط لعمليات الهضم الهوائي

خصائص الهضم [التحلل] الهوائي Aerobic Decomposition

- يحتاج الي الاكسجين لتكسير وتحلل المواد الغذائية (عملية هدم) .
- نواتج التحلل الهوائي ثاني اكسيد الكربون والماء وخلايا جديدة (مكون ثابت).
- يحدث التحلل الهوائي لمدي واسع من المواد الغذائية المتاحة ولكثير من المكونات والمركبات .
- عملية تكون خلايا جديدة تتم بصورة سريعة مساوية لمعدل الاستهلاك السريع للمادة الغذائية الموجودة
- ينتج عنه كميات كبيرة من الحماءة (الكتلة البيولوجية الحيوية)
- يتم التحلل الهوائي بكفاءة في مستوي معين للاكسجين الحيوي المستهلك BOD يتراوح بين 500 الي 800 مجم / لتر ، ويقل معدل وكفاءة التحلل الهوائي اذا زاد الـ BOD . عن 1000 مجم / لتر .
- التحلل الهوائي لمياه الصرف ينتج عنه مياه معالجة ذات جودة عالية بالمقارنة بالتحلل اللاهوائي .

- **المعالجة البيولوجية الهوائية او التحلل الهوائي مفيد وفعال عند ورود تدفقات كبيرة وعالية من مياه الصرف ذات مكونات عديدة ومتنوعة من الملوثات .**

□ **غسيل الحماءة**

وتتلخص هذه الطريقة في إضافة ماء نظيف نسبيا إلي الحماءة (قد يستخدم الماء الناتج عن المعالجة النهائية **Effluent** وتكون كمية الماء النظيف ضعفي كمية الحماءة المراد غسلها ، بعد إضافة الماء تترك الحماءة لتترسب في قاع الحوض ، بينما يخرج الماء من أعلي الحوض .

وتتم العملية بمزج الماء مع الحماءة لمدة عشرة دقائق في الحوض أما بطرق ميكانيكية أو بالهواء المضغوط ثم يترك الخليط لترسب المواد العالقة الي القاع .

وقد تصل نسبة الحماءة إلي المواد المضافة من 1 : 1.5 الي 1 : 4.5

فوائد عملية غسيل الحماءة :

* عدم الإحتياج إلي استعمال كميات كبيرة من الجير مع كلوريد الحديديك أو الإستغناء عن الجير تماما .
* خفض حوالي 55 الي 75 % من كمية كلوريد الحديديك
* زيادة قابلية الحماءة للترشيح وللتجفيف بسهولة
* خفض نسبة المواد غير العضوية مثل المواد الرمادية في الحماءة المجففة

□ **المعالجة الحرارية للحماءة**

وتهدف هذه العملية إلي تثبيت المواد العضوية وزيادة قابليتها لنزح الماء منها ، وتجري عدد من العمليات لتسخين الحماءة الناتجة عن مياه الصرف الصحي تحت ضغط .

وتتضمن الطريقة الشائعة للتسخين رفع درجة حرارة الحماءة الي درجة 190 مئوية لمدة تتراوح بين 30 الي 45 دقيقة تحت ضغط 1.5 ميجاباسكال ، ثم تنتقل الحماءة بعد ذلك لخزانات التسميك ، وتحتوي المياه المتخلفة عن تسخين وضغط الحماءة علي كثير من المواد العضوية الذائبة التي تحتاج للتثبيت ومن ثم تعود إلي احواض الاكسدة البيولوجية .

والجدير بالذكر أن عملية تسخين الحماءة من العمليات الغير شائعة لإرتفاع تكاليف الطاقة المستخدمة في التسخين، ووجود بعض المشاكل الناتجة عنها مثل تآكل وصدأ المعدات بعد فترة من التشغيل .

الباب الثالث 3

معالجة الحماءة (الرواسب) والتخلص منها

الفصـــل الثانـــى

3-2-1 تجفيف الحماءة

3-2-2 التخلص من الحماءة واستخدامها

3-2-1 تجفيف الحماءة (Sludge Dewatering)

هى عملية ميكانيكية تستخدم لتقليل نسبة المياه فى الحماءة، وكثير ما يتم التجفيف خلال مرحلة المعالجة الكيميائية (التجهيز) لتحسين مواصفات الحماءة.

- **التجهيز الكيميائى**

تعتبر عملية تجهيز الحماءة للتجفيف باستخدام الكيماويات عملية اقتصادية لما لها من عائد كبير ومرونة فى الاستخدام حيث يتيح التجهيز الكيميائى تقليل نسبة الرطوبة فى الحماءة الداخلة (90-99%) إلى (65-85%) حسب طبيعة المواد الصلبة التى يتم معالجتها.

وتتم عملية التجهيز قبل إدخال الحماءة إلى أنظمة التجفيف الميكانيكية مثل التجفيف بخلخلة الهواء **(vacuum filtration)** وبآلة الطرد المركزية **centrifugation** وبالمرشحات.

وتشمل الكيماويات المستخدمة كلوريد الحديديك والجير والشبة والبلمرات العضوية مع العلم بأن إضافة الكيماويات إلى الحماءة يمكن أن يزيد من حجم المواد الصلبة وذلك حسب نوع الكيماويات فالبلمرات مثلا لاتزيد فى حجم المواد الصلبة بنسبة عالية، بينما يمكن لأملاح الحديد والجير زيادة المواد الصلبة الجافة بنسبة 20-30% والأسهل أن يتم تحديد كميات وإضافة الكيماويات فى شكل سائل وتستخدم أحواض خاصة لإزالة الكيماويات فى حالة استلامها فى شكل بودرة وفى معظم المحطات يجب أن تستوعب هذه الأحواض الكيماويات التى تحتاجها المحطة خلال مدة يوم عمل واحد على الأقل ويجب أن تتواجد خزانات بديلة وتكون مصنعة أو مبطنة بمادة ضد التآكل. ومن المواد المناسبة لتبطين الأحواض والمواسير التى تستقبل الأحماض البوليفينيل كلورايد والبولى إثلين والمطاط. ويجب أيضا أن تكون المضخات مصنوعة من مادة مقاومة للتآكل وعادة تكون هذه الطلمبات من نوعية الدفع الإيجابى للتحكم فى سرعة ومعدلات التدفق.

وتستخدم البلمرات عادة فى التجفيف بقوى الطرد المركزية أو بالمرشحات السيرية **(beltpress)** ولكنها تستخدم بمعدل أقل فى الترشيح بالضغط أو الترشيح التفريغى، حيث تستخدم عادة كميات من كلوريد الحديديك والجير من أجل تجهيز الحماءة قبل التجفيف بالترشيح التفريغى.

وينبغى الخلط الجيد للحماءة مع المروب بحيث لا يفسد الندف الهلامى **(floc)** بعد تكوينه وينبغي أيضا أن يبقى زمن الاستبقاء أقل ما يمكن حتى تصل الحماءة إلى وحدة التجفيف بعد التجهيز مباشرة.

- **التجفيف الميكانيكى**

تشمل الاساليب المتاحة لعملية التجفيف:

- التجفيف بالقوة المركزية
- المرشحات السيرية
- المرشحات ذات الألواح المرصوصة **(recessed plates)**
- التجفيف على أسطح من الرمال-أحواض التجفيف.

- **التجفيف بالآلة الطاردة المركزية** (centrifugation)

يستخدم هذا الأسلوب بكثرة فى الصناعة من أجل فصل السوائل ذات الكثافات المختلفة ولتثخين الحماءة وإزالة المواد الصلبة. والآلات التى تستخدم فى التجفيف بالقوى الطاردة المركزية تكون إما وعاء صلبا أو اسطوانة ذات جدران مسامية.

وفيها توضع الحماءة في إسطوانات الطرد المركزي والتي هي عبارة عن اسطوانات ذات جدران مسامية تحتوي علي ثقوب ، وتدور هذه الآسطوانات حول نفسها بسرعة 750 لفة في الدقيقة او اكثر – مما ينتج عنه اندفاع الحماءة الي الجدران بفعل القوة الطاردة المركزية فينفذ جزء من السائل خلال مسام الجدار بينما تبقي الرواسب مع بعض السائل داخل الإسطوانة حيث يزال ، وهذه الطريقة لا تستعمل بكثرة الا في حالات ان تكون كميات الحماءة ليست كبيرة وذلك لأن الرواسب المزالة تحتوي علي 70 % من وزنها ماء، وأيضا من عيوب هذه الطريقة ارتفاع تكاليف انشاء اسطوانات الطرد المركزي .

- آلة الطرد المركزية **(الوعاء الصلب) Solid Bowl Centrifuge**

فى داخل هذه الآلة يتم تغذية الوعاء الدوار بالحماءة بمعدل ثابت حيث تنفصل إلى قالب **(cake)** كثيف يحتوى على المواد الصلبة وسائل مخفف. هذا السائل يحتوى على المواد الصلبة ذات الكثافة المنخفضة ويتم استرجاعه إلى وحدات معالجة مياه الصرف. أما قالب الحماءة الذى يحتوى على نسبة 70-80 % من الرطوبة فيتم إخراجه من الوعاء من خلال مصفاة **(Screen seeder)** إلى مخروط استقبال **(Hopper)** أو إلى سيور ناقلة.

وتناسب آلة الطرد المركزية هذه مع تطبيقات عديدة فى تجفيف الحماءة وتتيح الوحدة تجفيف الحماءة بدون أى معالجة كيميائية سابقة ولكن التجهيز بالبلمرات يؤدى إلى تحسين جودة الحماءة المجففة والسائل المخفف.

□ آلة الطرد المركزية ذات الأسطوانة ذات الثقوب

(Imperforated Basket Centrifuge)

يستخدم هذا النوع من الآلات بالذات في الوحدات الصغيرة الحجم، ويمكن استخدامها لتركيز وتجفيف الحماءة المنشطة بدون تجهيز كيميائى وبقدرة فصل للمواد الصلبة تصل إلى 90%.

وبمجرد ان تمتلئ الاسطوانة بالمواد الصلبة، تبدأ الوحدة بخفض سرعتها وفى حالة التجفيف تتم عملية الكشط قبل البدء فى التقليب والكشط عبارة عن إزالة الحماءة الطرية من الجدار الداخلى للاسطوانة. وعادة يساوى حجم الحماءة المكشوطة 50-15% من حجم الاسطوانة ثم يتم بعد ذلك استرجاع الحماءة المكشوطة وإدخالها فى نظام المعالجة.

□ **المرشحات السيرية (Belt Press)**

تعمل المرشحات السيرية على تجفيف الحماءة بطريقة التغذية المستمرة باستخدام المعالجة الكيميائية (التجهيز الكيمائى) والتصريف بالجاذبية والضغط الميكانيكى. وفى معظم المرشحات السيرية غالبا ما يتم إدخال الحماءة المعالجة (المجهزة) إلى منطقة التصريف بالجاذبية حيث يتم تثخينها وفى هذه المنطقة (الوحدة)، يتم التخلص من معظم الماء الحر بفعل الجاذبية.

وفى بعض الأحيان تزود مثل هذه الوحدات بجهاز تفريغ الضغط **(vacuum)** الذى من شأنه تحسين الصرف وتقليل الروائح الكريهة ويلي هذه المرحلة إدخال الحماءة فى وحدة ضغط منخفض يليها وحدة ضغط عالى حيث تتعرض الحماءة إلى قوة سطحية **(Shearing force)** عندما تمر السيور خلال سلسلة من الاسطوانات الدوارة.

وبذلك فأن القوة السطحية وقوة العصر يساعدان فى التخلص من كميات إضافية من المياه.

ويتم إزالة قوالب الحماءة النهائية المخففة من على السيور من خلال شفرات كاشطة كما هو مبين بالشكل رقم (3-14).

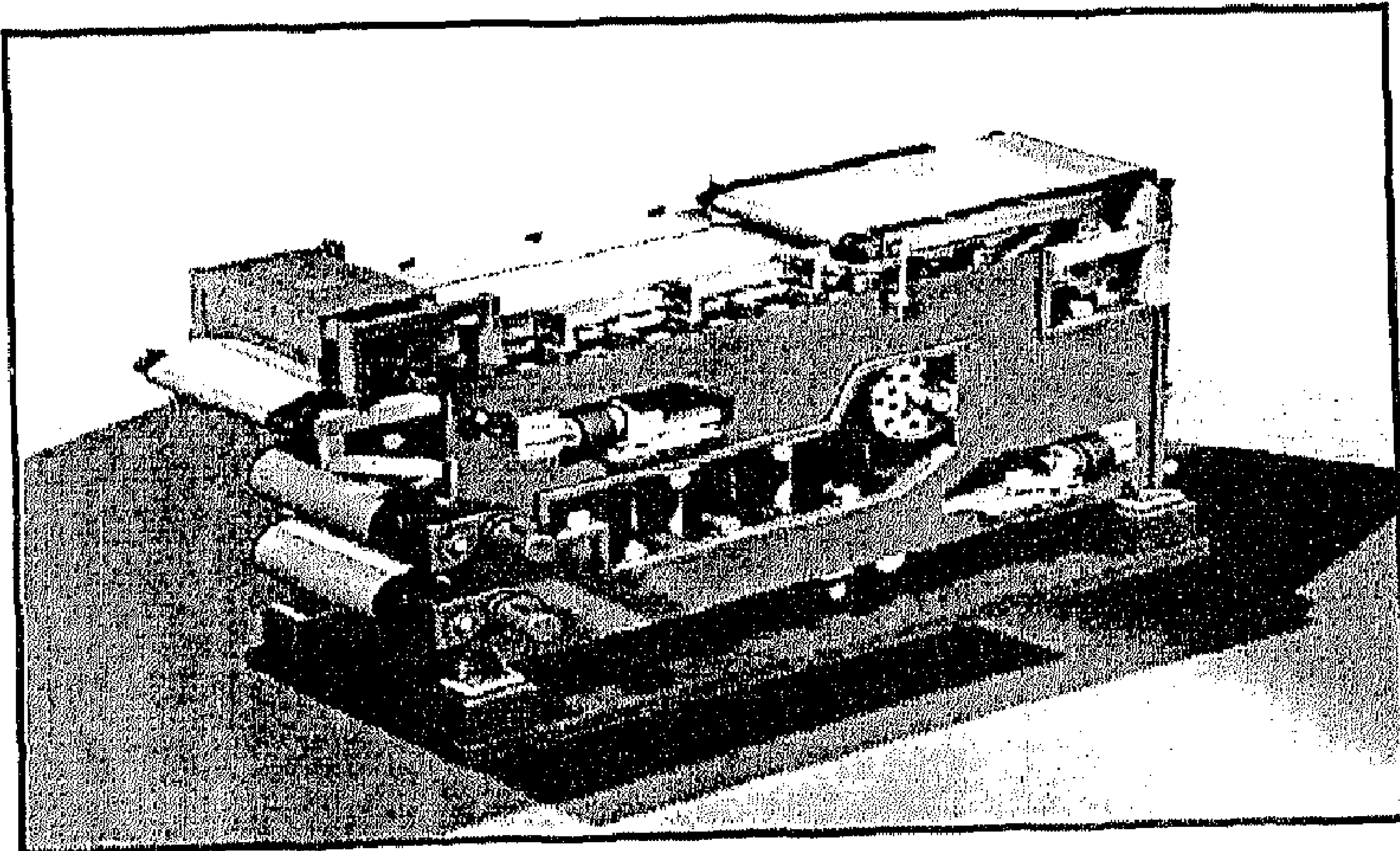
ويتكون نظام المرشحات السيرية غالبا من عدة أجزاء: مضخات تغذية الحماءة - معدات تغذية البلمرات-حوض تجهيز الحماءة - مرشح سـيرى - سـيور لتحريـك الحماءة المجففة - أجزاء مساعدة (مضخات المياه-هواء مضغوط).

والجدول الآتى يبين مختلف أنواع الحماءة التـي يمكـن تجفيفهـا مـن خـلال المرشحات السيرية وبيان تركيز الحماءة المغذية للمرشح (الحماءة الداخلة) وايضا وزن الحماءة الجافة الناتجة من عمليات التجفيف لكل نوع من الحماءة

TABLE 1 TYPICAL DATA FOR VARIOUS TYPES OF SLUDGES DEWATERED ON BELT FILTER PRESSES

Type of Wastewater Sludge	Total Feed Solids (percent)	Polymer (g/kg)	Total Cake Solids (percent)
Raw Primary	3 to 10	1 to 5	28 to 44
Raw WAS	0.5 to 4	1 to 10	20 to 35
Raw Primary + WAS	3 to 6	1 to 10	20 to 35
Anaerobically Digested Primary	3 to 10	1 to 5	25 to 36
Anaerobically Digested WAS	3 to 4	2 to 10	12 to 22
Anaerobically Digested Primary + WAS	3 to 9	2 to 8	18 to 44
Aerobically Digested Primary + WAS	1 to 3	2 to 8	12 to 20
Oxygen Activated WAS	1 to 3	4 to 10	15 to 23
Thermally Conditioned Primary + WAS	4 to 8	0	25 to 50

Source: U.S. EPA, 1987.



صورة لاحد المرشحات السيرية

□ مرشحات الألواح المرصوصة المجوفة (Filter press)

يبين الشكل رقم (3-15) هذه النوعية من المرشحات التى يتم فيها التجفيف من خلال نزع الماء من الحماءة بالقوة تحت ضغط مرتفع. ومن ميزات هذه المرشحات.

1- **التركيز العالى للحماءة المجففة**
2- **نقاء الماء المرشح**
3- **قوة فصل للمواد الصلبة**

وأما العيوب فتتمثل فى :-

1- **تعقيد الأجزاء الميكانيكية**
2- **ارتفاع تكلفة الكيماويات**
3- **ارتفاع تكلفة العمالة**
4- **قصر العمر الافتراضى للنسيج المستخدم فى الترشيح**

وهناك أنواع عديدة من هذه المرشحات من أهمها مرشحات الألواح المجوفة بنوعيها: الحجم الثابت والحجم المتغير.

□ مرشحات الألواح المجوفة ذات الحجم الثابت:

تتكون هذه المرشحات من سلسلة من الألواح المستطيلة مجوفة من الناحيتين ويتم تثبيتها وجها لوجه فى وضع رأسى على إطار به رأس متحركة وثابتة. ويتم تثبيت أو تعليق مرشح نسيجي على كل لوح من الألواح ويتم ربط الألواح ببعض بحيث تقوى على تحمل الضغط المرتفع أثناء عملية الترشيح.

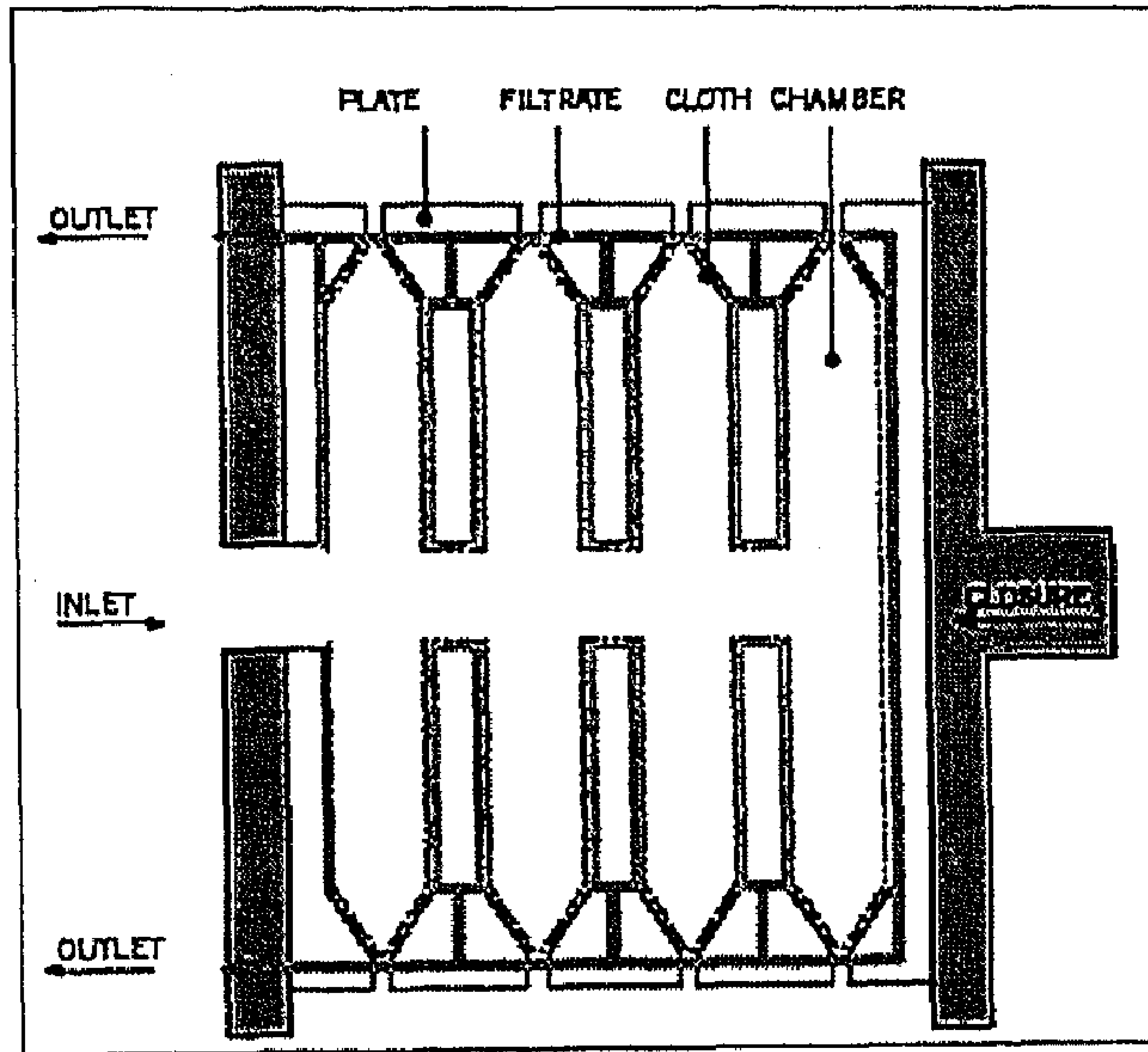
وأثناء التشغيل يتم ضخ الحماءة المعالجة كيميائيا فى الفراغ الموجود ما بين الألواح ثم يتم نزع الماء عن طريق وضع الحماءة تحت ضغط مرتفع يتراوح ما بين 100-225 رطل قدم/بوصة^2 (150-690 ك ن/م^2) لمدة ساعة إلى ثلاث ساعات فيخرج الماء من خلال النسيج المرشح ومجارى الألواح إلى الخارج.

بعدها يتم فصل الألواح وإزالة الحماءة واسترجاع الماء المرشح إلى بداية عمليات المعالجة. ويتراوح سمك قوالب الحماءة المجففة من بوصة إلى بوصة ونصف (25-38مم) وتتراوح نسبة الرطوبة من 48 إلى 70% ويتراوح زمن الدورة الترشيحية من ساعتين إلى خمس ساعات ويشمل الوقت المستغرق فى:

ملء المرشح، 2) وضع الحماءة تحت ضغط مرتفع، 3) فتح المرشح، 4) الغسيل وإزالة الحماءة المجففة، و 5) غلق المرشح.

☐ **مرشحات الألواح المجوفة (ذات الحجم المتغير)**

هناك نوع آخر من المرشحات يستخدم فى تجفيف الحماءة وهى مرشحات الألواح المجوفة ذات الحجم المتغير وهى شبيهة بالمرشحات ذات الحجم الثابت إلا انه يوضع خلف النسيج الترشيحى حواجز من المطاط. ويتمدد هذا المطاط للحصول علـــى قـــوة الضغط النهائية، وبذلك يتم تقليص حجم الحماءة الجافة أثناء عملية الكبس.



Filter Press

☐ **سرائر تجفيف الحماءة**

تستخدم هذه الطريقة عادة لتجفيف الحماءة المخمرة وبعد التجفيـــف، يـــتم إزالـــة الحماءة والتخلص منها فى مدفن صحى أو استخدامها كسماد للتربة.

وتتمثل الميزات الأساسية لهذه الطريقة فى انخفاض التكلفة وعدم الاحتيـــاج إلـــى رقابة وزيادة تركيز المواد الصلبة فى الحماءة المجففة الناتجة. وهناك أربعة أنواع من هذه المرشحات:

1)الأسطح الرملية

2)الأسطح المرصوفة

3)الأسطح الصناعية

4)ما سبق مع احداث تفريغ (Vacuum-assisted)

وتعتبر الأسطح الرملية هى الأكثر استخداما.

- **التجفيف على أسطح من الرمال**

عادة تستخدم هذه الطريقة للأحجام الصغيرة والمتوسطة ، وفيها يتم فرد الحماءة فى طبقة بسمك 8-12 بوصة (200-300مم) وتركها لتجف. ويتم التجفيف عن طريق تصريف المياه من خلال طبقات الرمال والزلط وأيضا عن طريق تبخر جزء بفعل الشمس وحرارة الجو. ومعظم المياه تترك الحماءة بالترسب، لذلك فمن الضرورى وضع شبكة مواسير صرف مفتوحة الوصلات فى القاع.

وتغطى هذه المواسير بطبقة من الزلط بارتفاع 9-12 بوصة (230-300) مع الأخذ فى الاعتبار احتياجات أعمال النظافة.

وتكون نسبة الماء فى الرواسب حوالى 60% وذلك بعد 10 أو 15 يوم تحت ظروف جيدة. ويمكن إزالة الحماءة بعد ذلك بعدة طرق مثل الجرف اليدوى ثم رميها فى عربات النقل أو عن طريق كاشط أو ناشل ويجب مراقبة هذه العملية خصوصا عملية مرور عربات النقل لمنطقة المرشحات.

وتستخدم السرائر المفتوحة عند وجود مساحة كافية لها وتكون معزولة لتجنب الشكاوى نتيجة لإنبعاثات الروائح الكريهة ولذلك يجب إقامتها على بعد حوالى 300 قدم (100 متر) على الأقل من المناطق العمرانية. أما السرائر المغلقة فتستخدم عند وجود حاجة إلى تجفيف الحماءة باستمرار طوال العام بغض النظر عن حالة الجو وعند وجود صعوبة لإقامة المرشحات فى منطقة معزولة.

- أحواض التجفيف

ويمكن استخدامها كبديل لسرائر تجفيف الحماءة فى حالة الحماءة المخمرة فقط وذلك لأن فى حالة استخدامها للحماءة الغير معالجة أو الحماءة الجيرية أو الحماءة المحتوية على نسبة سائل مرتفعة فسينتج منها روائح كريهة.

ونظرا للقوانين البيئية الصارمة فإن التجفيف عن طريق تسرب المياه إلى المياه الجوفية يستخدم فى نطاق محدود وخصوصا إذا كانت هذه المياه الجوفية تستخدم كمياه

شرب، ففى هذه الحالة يجب عزل الحوض بعازل قوى حتـــى لاتتعــرض المنـــشأة لمخالفات قانونية.

وعادة ما يتراوح عمق الحماءة ما بين 5،2 إلى 4 قدم (75،0 إلى 25،1 م) ويتم التجفيف بفعل عاملين

- تبخر جزء من الماء بفعل الشمس وحرارة الجو
- تسرب جزء من الماء إلى شبكة مواسير الصرف ونظرا لـــشدة تلوثهـــا فيجب إعادتها إلى عمليات المعالجة.

ويتم إزالة الحماءة ميكانيكيا وتكون نسبة المواد الصلبة بهـــا حـــوالى 25-30%، ويتراوح زمن الدورة الكاملة للأحواض ما بين عدة شهور إلى عدة ســـنوات ويجـــب وجود حوضين على الأقل حتى فى المصانع الصغيرة وذلك لـــضمان وجـــود مكـــان للتخزين خلال عمليات التنظيف والصيانة وفى حالات الطوارئ.

العوامل التي تؤثر علي كفاءة احواض التجفيف

أ- نوع الحماءة : بعض جزيئات الحماءة تكون متماسكة بما تحتويه من ماء وفي مثل هذه الحالة تقل سرعة الترشيح ويعتمد علي البخر في التجفيف بعكـــس عندما تكون جزيئات الحماءة منفصلة عن الماء فتجف الحماءة بسرعة فـــي فترة اقل.

ب- حالة الجو : تزداد كفاءة أحواض التجفيف في الجو الجاف والحـــار وتقـــل كفاءة التجفيف في الجو الممطر والبارد.

ج- عمق طبقة الحماءة علي حوض التجفيف فكلما ازداد عمق طبقة الحماءة تقل درجة جفافها لعدم تعرض جميع الجزيئات للشمس والهواء ولزيادة كفـــاءة احواض التجفيف وفي هذه الحاله يجب تقليب الحمـــاءة يـــدويا أو ميكانيكـــا لسرعة تجفيفها .

د- تعتمد كفاءة أحواض التجفيف علي طريقة جمع الحماءة فمن الممكن أستعمال طرق جمع ميكانيكية لزيادة كفاءة تشغيل أحواض التجفيف .

طريقة تشغيل أحواض التجفيف

1 – يجب العمل علي تسويه سطح الحوض قبل سحب الحماءة.

2 – يجب أن يكون لكل حوض عدة فتحات للدخول حتي يكـــون عمـــق الحمـــاءة متساوي علي السطح .

3 – يجب أن يمنع النحر الذي يحدث عند اصطدام الحماءة بسطح طبقة الرمل وذلك بوضع بلاطه عند كل مدخل للحوض تسقط عليها الحماءة قبل انتشارها .

4 – أحواض التجفيف مصدر لتكاثر الذباب بالاضافة الي الروائح الكريهة لذلك اتبع نظام اضافة طبقة ملائمة كل 4 الي 6 ايام لقتل يرقات الذباب قبل اكتمال دورة نمو الذباب.

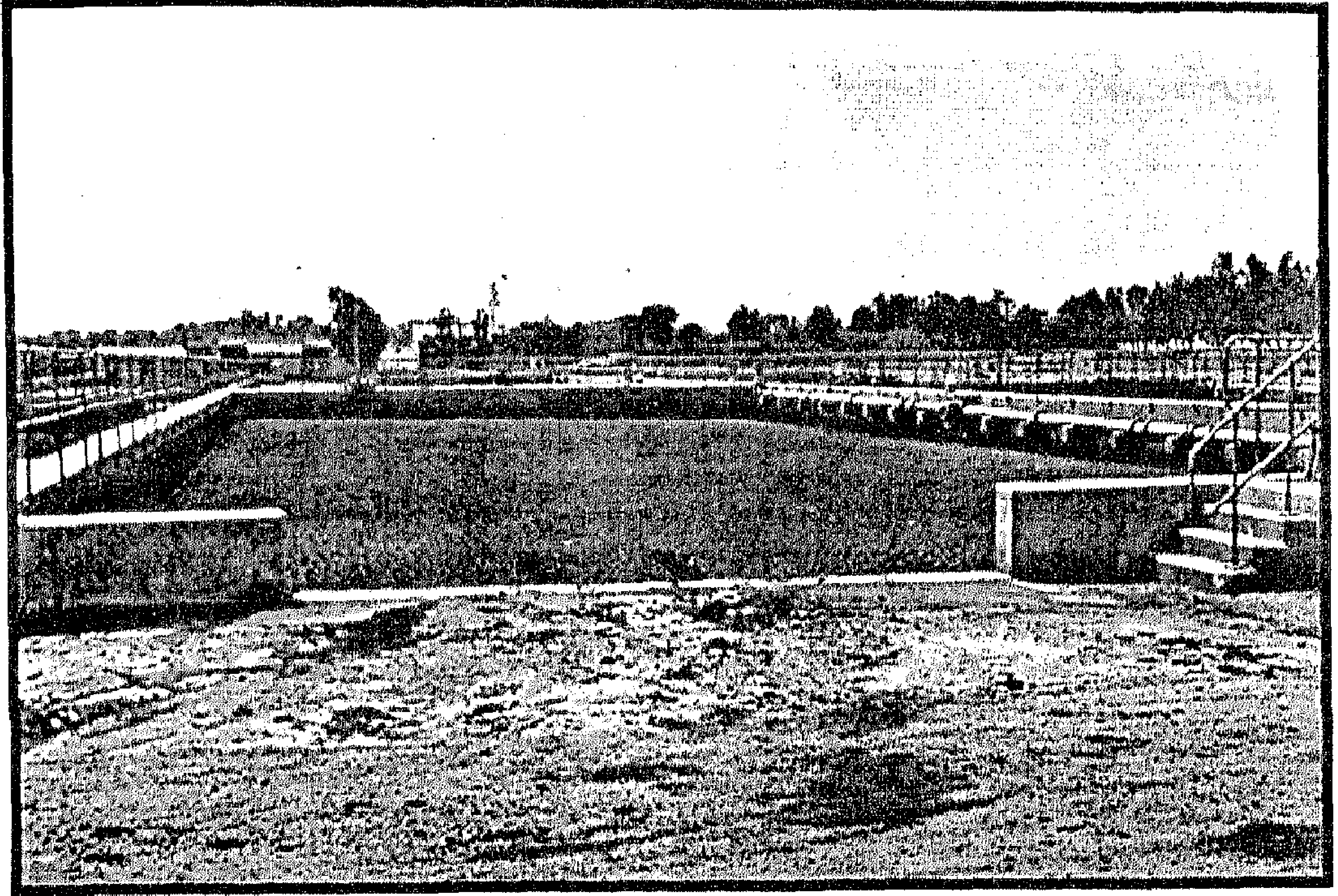
5– اعمل علي تقليب طبقة الحماءة بصفة دورية حتي يتم تعريض الطبقات السفلي للشمس والهواء لسرعة التجفيف.

6 – يجب رفع الحماءة الجافة عندما تصل درجة الرطوبة 70 في المائة أو اقل حيث ان عملية جمعها عندما تجف أكثر من ذلك يصاحبها كثير من التراب ومن الخبرة يمكن ملاحظة ان بدأ ظهور شقوق في طبقة الحماءة تكون علامة علي جفافها .

7 – يلاحظ أن هناك طبقة من الرمل تفقد في كل مرة تجمع فيها الحماءة بالاضافة الي الانسداد التدريجي الذي يحدث في طبقة الرمل بعد فترة من الإستعمال فلزيادة كفاءة تشغيل أحواض التجفيف يجب احلال طبقة الرمال بصفة دورية بطبقة رمل جديدة تساعد في سرعة الترشيح .

8 – الحماءة الجافة التي تم تجميعها من علي أحواض التجفيف غير صالحة للاستعمال كسماد الأ بعد تشوينها في أماكن بعيدة عن المساكن حتي يتم نضجها بواسطة عمل البكتريا وتصبح متجانسة ، فالحماءة الغير ناضجة تكون غير متجانسة في اللون أو الملمس ويلزم لتركها فترة لكي تقوم البكتريا بعملها ويجب ملاحظة ان تفاعل البكتريامع الحماءة يولد حرارة كافية لاشعال حريق ولذلك يجب تخزين الحماءة في اماكن بعيدة عن المساكن أو المخازن .

9 – من الضروري مراعاة غسل خط الطرد الذي يحمل الحماءة المركزة حتي لا يتعرض للإنسداد كذلك يجب مراعاة ان صمامات طرد الغازات تعمل ولا تسبب الغازات المتولدة بفعل البكتريا من تكسير المواسير .



صورة لاحد احواض التجفيف

تطهير الحماءة

هناك العديد من الطرق لتطهير الحمـاءة و خفـض المـواد المـسببة للمـرض (الممرضات) في الحماءة ومنها التعريض لأشعة جاما والذي كان من أشهر مصادره في التطبيقات المستخدمة هو الكوبالت –60. وعموما فإن الطاقة الإشـعاعية لأشـعة جاما نظيفة بيئيا إذ لا تتطلب إضافة مواد كيميائية ولا تخلف سمية في المواد المشععة أو أي نشاط إشعاعي منبعث منها، كما أن لأشعة جاما قدرة فائقـة علـى الاختـراق والإمداد بجرعة منتظمة يمكن تصورها أو التنبؤ بها). وقد اتضح من الأبحاث قدرة المعالجة بالأشعة على قطع سلسلة التلوث الميكروبي والطفيلي التي يمكن أن تنشأ من استخدام الحماءة في الزراعة والتي قد تصل للإنسان مرورا بالنبات والحيوان مما يقود إلى رفع مأمونية إعادة استخدامها من الناحية الوبائية وبالتالي إمكانية توزيعها علـى المشاريع الزراعية مما قد يشكل أهمية اقتصادية لإدارات معالجة النفايات) .بين عامي 1945–1970 نشر حوالي سبعين بحثا حول تطبيقات معالجة المخلفات بالإشعاع وبينت جدوى هذه التقنية في القضاء على الأحياء الدقيقة، كما ساهم توفر المصادر الإشعاعية في أواسط الخمسينيات في تفعيل استخدام الأشعة في التطهير (**Feates et al،1975**).

بدأت إدارة الأبحاث و التقنية بألمانيا في دعم أبحاث تطهير النفايات الصلبة لمحطات الصرف الصحي باستخدام الأشعة مبكرا مما أسفر عام 1973م عن افتتاح أطول محطة تجريبية لتشعيع الحماءة بأشعة جاما وذلك في مدينة (Geiselbullach) قرب (Munich) وبدأت بإنتاج 30م^3 / يوم وعند أوائل الثمانينات استطاعت الوحدة العمل بطاقتها التصميمية وتوليد 150م^3 / يوم، وكان الناتج من هذه الوحدة يتم إعادة استخدامه بتوزيعه على المزارعين كسماد (Suess et al،1983) .وقد أوضحت التقارير الألمانية بعيد بداية تشغيل المحطة أن هذه التجربة كشفت أن التطهير بالتشعيع مجدي اقتصاديا مقارنة بالمعالجة الحرارية المستخدمة لتطهير الحماءة في ألمانيا في ذلك الحين وفي عام 1979م أصدر في ألمانيا تقريرا بعد عدة سنوات من إطلاق التجربة الأولى في محطة الصرف الصحي بـ(Geiselbullach) ورد فيه أن استخدام أشعة جاما لتطهير النفايات الصلبة لمحطة الصرف الصحي يعتبر خيارا اقتصاديا خصوصا في حالة الكميات الكبيرة، وأن هذه الحماءة يجدر أن يعاد استخدامها كسماد زراعي ومكيف للتربة الزراعية Bryan) (et al،1992) .وفي المؤتمر الذي عقد عام 1981م في (Grenoble) في فرنسا تحت عنوان المعالجة الإشعاعية للنفايات واستخدامها والذي تشرف عليه الوكالة الدولية للطاقة الذرية كان من توصياتهم أن استخدام هذه التقنية لتطهير الحماءة أمر مهم جدا للدول النامية خصوصا في ظل النقص الحاد في الموارد والطاقة والتزايد السكاني مع المستوى المتدني من الصحة العامة، وفي هذه الأثناء كانت كندا تجهز وحدة لتشعيع حماءة محطة للصرف الصحي بغرض إعادة استخدامها في تخصيب وتحسين التربة الزراعية لتنتج 50 طنا من الحماءة المشععة يوميا كأول تجربة لها بهذا الحجم (Machi،1985) .وفي العام 1985م أضافت اليابان في بعض وحدات معالجة النفايات الصلبة في محطات الصرف الصحي تجهيزات لتعقيم المياه المتولدة من وحدات معالجة الحماءة بأشعة جاما لتتمكن بذلك من تعقيم هذه المياه قبل أن تدخلها على المحطة من جديد، وذلك بعد أن كانت قد نفذت عدة مشاريع لتطهير الحماءة.

وقد وجد في دراسة أجراها للمقارنة بين سمية مخلفات سائله مكلورة وأخرى منزوعة الكلور مع أخرى مشععة بجاما ،ووجد أن العينات المكلورة وحتى منزوعة الكلور أكثر سمية من تلك المشععة بجاما وذلك بشكل اعتباري ، وهذا يقودنا إلى امان أشعة جاما على المياه المتولدة من وحدة الخفض الآلي للمحتوى المائي والتي يتم عادة

إعادة معالجتها بإدخالها إلى محطة معالجة النفايات السائلة من جديد.وقد أقرت الجمعية الأمريكية للهندسة المدنية استخدام أشعة جاما لتطهير النفايات الصلبة لمحطة الصرف الصحي وذلك في نشرتها في العام 1992م (Bryan et al،1992) .كما أثمرت أبحاث تشعيع الحماءة في الهند عن تشغيل وحدة لتشعيع الحماءة وبطاقة إنتاجية ضخمة بلغت 110م^{3} يوميا واستخدمت في هذه الوحدة الكوبالت -60 كمصدر للأشعة المؤينة، وقد طبقت إعادة الاستخدام لهذا المنتج في الحقول القريبة من المحطة في منطقة (Gajerawadi)

علاوة على الدول المذكورة آنفا، فإن العديد من الدول قد استخدمت تقنية تطهير الحماءة في بعض محطاتها بأشعة جاما مثل استراليا ، إيطاليا، النرويج وجنوب إفريقيا وغيرها (Bryan et al،1992) . هذا وقد نصت التوصيات الصادرة من مصلحة حماية البيئة الأمريكية على ضرورة تطبيق وسائل لخفض الممرضات الموجودة في الأسمدة المصنعة من النفايات الصلبه لمحطات الصرف الصحي ذات الجودة العالية والتي تصنف من الفئة (أ) ذات الاستخدام المطلق، وكان من هذه الوسائل الموصى بها التعقيم بأشعة جاما عند جرعة تقدر بـ10 كيلوجري (EPA،2000).

3-2-2 التخلص من الحماءة واستخدامها

أ- الاستخدامات المفيدة للحماءة

تستخدم الحماءة البيولوجية كمخصب للتربة وذلك لما لها من قيمة تخصيبية تعتمد فى المقام الأول على محتواها من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم وتحتوى الحماءة على كميات صغيرة من عناصر حيوية من المواد الغير عضوية والتى تعتبر ذات أهمية كبيرة للنبات والحيوان، ويستخدم مصطلح "المواد الثقيلة" للإشارة إلى الأنواع المختلفة من العناصر الحيوية المتواجدة فى الحماءة والتى يحدد تركيزها الاستخدامات الأرضية للحماءة وذلك لأن ارتفاع التركيز قد يحد من معدل وعمر استخدام الحماءة.

كما يمكن معالجة الحماءة كيميائيا وذلك لتثبيتها لاستخدامها كغطاء للمدافن أو فى عمليات البنية أو مشاريع استصلاح الأراضي.

وتتم عملية التثبيت الكيميائى (التصلب) للحماءة الصناعية والمخلفات الخطرة بغرض إبطال تأثير المكونات الغير مرغوب فيها حتى يمكن استخدام الحماءة كغطاء للمدافن وفى مشاريع استصلاح الأرض كما يمكن التخلص من الحماءة المتبقية فى

المدافن الصحية. وتتكون عملية التثبيت الكيميائي في خلط للمياه المعالجة أو الغير معالجة أو الحماءة منزوعة المياه مع عوامل تثبيت مثل الأسمنت وسليكات الصوديوم والبوزولان والجير ويماثل المنتج النهائي في قوامه الطين الطبيعي.

دخولها في الصناعة [صناعة الطوب والأسمنت والزجاج]

حيث تعد الحماءة الجافة من المواد المالئة الجيدة للطوب والاسمنت كما انها تزيد من محتوي المواد الصلبة فيهما وهناك فائدة اخري لاستعمال الحماءة في صناعة الطوب والأسمنت ، حيث يتم التخلص من العناصر الثقيلة المتضمنة للحماءة بطريقة امنة بادخالها في صناعة الطوب والاسمنت .

وقد نجح بعض الباحثين من الحصول علي بلاطات أرضية مصقولة بحرق رماد الحماءة عند درجات عالية.

ولقد تحقق بعض النجاح في عملية التزجيج ، أي ادخال الحماءة الجافة في عملية صناعة الزجاج ، ويتم ذلك في درجات حرارة عالية .

ب- التخلص من الحماءة

تشمل طرق تخلص الأرض من الحماءة والمواد الصلبة الغير مفيدة المدافن الصحية والأحواض.

- **المدافن**

يوجد للحماءة الصناعية نوعين من المدافن واحد للمخلفات الخطرة وآخر للمخلفات الغير خطرة.

ويتم تصميم المدافن بطريقة هندسية تمنع حدوث أى تلوث للمياه الجوفية أو تسرب للمخلفات، ولذلك فإن المدافن غالبا ما تكون ذو سمك يتراوح ما بين 3 إلى 1 أقدام وتغطى بطبقة غير نفاذة من الطين تستخدم كعازل لمنع وصول مياه الأمطار للمدافن وفى بعض الأحيان يتم تثبيت حواجز من البلاستيك على الغطاء لهذا الغرض.

كما يتم تبطين حوائط وأرضية المدفن بالطين الغير نفاذ مع عمل شبكة تجميع فى قاع المدفن لجمع نواتج التحليل وضخها إلى محطة معالجة مياه الصرف.

أما فى المدافن الخاصة بالمخلفات الخطرة فإنها يجب ان تطابق مجموعة من الشروط الأكثر صرامة، فيجب تبطين الحوائط والأرضية بعازل مزدوج من البلاستيك

ويتم جمع نواتج التحليل ويتم التخلص منها بطريقة سليمة، كما يجب تغطية المدفن بمادة غير مسامية وغالبا ما يتم وضع عازل مائى من البلاستيك فوق الغطاء.

ويجب تقسيم المدفن إلى مجموعة خلايا بينهم حواجز من الرمل أو الطين لمنع حدوث حرائق وذلك لصعوبة التحكم فى الحرائق فى المدافن.

ويجب عند تشغيل المدفن مراعاة ما يلى:

- ☐ التحكم فى المخلفات التى قد تتناثر بفعل الرياح حول المدافن وذلك بإقامة الأسوار والحواجز.
- ☐ إنشاء سجلات للتأكد من نوعية المخلفات حتى لا تدفن مخلفات خطرة فى مدفن معد لمخلفات غير خطرة، كما يجب اتباع اللوائح الخاصة المطلوبة لسجلات المدافن الخطرة.
- ☐ يجب ان يجهز المدفن بالأسوار أو الحواجز التى تمنع وصول العامة والحيوان إلى أرض المدفن وذلك لإمكانية خطورة المدفن وعدم وعى الناس بذلك.
- ☐ يجب تجهيز المنطقة حول المدفن لتصريف الأمطار بعيدا عن المدفن وذلك باستخدام قنوات أو نظام صرف حول المدفن.

☐ الأحواض

وهى عبارة عن أحواض أرضية يتم فيها التخلص من الحماءة الغير معالجة أو المخمرة، ففى أحواض الحماءة الغير معالجة يتم تثبيت المواد العضوية بالتكسير الهوائى واللاهوائى مما قد ينتج عنه تصاعد روائح كريهة. هذا وترسب المواد المثبتة فى قاع الحوض وتتراكم بينما يتم إعادة المياه الزائدة فى الأحواض إلى وحدة المعالجة.

ويجب عند إقامة مثل هذه الأحواض مراعاة بعدها عن المناطق السكنية والطرق الرئيسية وذلك لتقليل مصادر الإزعاج مع أفضلية إحاطتها بسور لمنع دخول الأشخاص الغير معنيين إليها.

حرق الحماءة

اذا تعذر أستخدام الحماءة كسماد في الاراضي الزراعية او ليس هناك فرصة لأستخدام الرواسب الصلبة المجففة في الصناعة يتم الأستفادة من الرواسب كطاقة وذلك عن طريق حرقها في افران خاصة وتستخدم الحرارة الناتجة من الحرق لتسخين

المياه في الغلايات أو التدفئة أو تجفيف كميات أخري من الحماءة أو كوقود رخيص في الافران المنزلية البلدية القديمة .

إذا كانت الحماءة تحتوي علي مواد سامة فإن عملية التخلص منها بالحرق يعتبر هو الوسيلة الوحيدة المتوفرة بشرط ان يتم ذلك في افران خاصة .

وبعد عملية الحرق نجد ان الرماد المتبقي يحتوي علي 5 الي 10% من الحجم الاصلي للمواد الصلبة ، كما ان المواد الخاملة المتخلفة عن الحرق يسهل التخلص منها كرماد طائر .

وإن عملية حرق الحماءة من العمليات المكلفة كوسيلة من وسائل التخلص من الحماءة (لاحتياجها طاقة كبيرة) ، كما انها تحتاج الي عمالة فنية ماهرة للتحكم في نواتج الانبعاث الحراري والتأكد من ان نواتج الحرق متوافقة مع المعايير البيئية وذلك لمنع تلوث الهواء والحاق الضرر للبيئة .

ارشادات استخدام الحماءة في الزراعة

يراعي أن تتناسب معدلات الاضافات السنوية من الحماءة المعالجة الجافة مع نوعية الأراضي وأن تكون في الحدود الواردة الآتية :

أ- . ان لا تزيد كمية النتروجين المضافة مع الحماءة عن حاجة المحصول المزروع وان تكون نسبة الكربون الي الازوت في الحماءة في حدود من 18: 1، 22 : 1 .

ب- أن تكون معدلات الاضافة السنوية من الحماءة المعالجة كالاتي:

1. أراضي ثقيلة القوام (طينية جيرية) معدل اضافة للحماءة الجافة في حدود 8 إلي 14 م^3 / للفدان .
2. اراضي متوسطة القوام (رملية طينية جيرية) معدل اضافة للحماءة الجافة في حدود 10 الي 16 م^3 / للفدان.
3. أراضي خفيفة القوام (رملية) معدل اضافة للحماءة الجافة في حدود 12 الي 20 م^3 / للفدان

ج- عدم استخدام الحماءة في الاراضي المنزرعة بالخضراوات التي تؤكل نيئة أو زراعة الدرنات .

د- عدم استخدام الاراضي المنزرعة بالحماءة كمراعي للماشية والاغنام الا بعد مرور شهرين علي اضافة الحماءة .

و- عدم أستخدام الحماءة اثناء هبوب الرياح وحظر أستخدام الحماءة الناتجة من الصرف الصحي في الحدائق العامة او الملاعب التي ترتادها الجماهير .

اساليب التخلص من الحماءة الغير مطابقة

في حالة احتواء الحماءة علي معادن ثقيلة او سموم او كائنات ممرضة تزيد عن المعايير القياسية الموضحة سابقا ، فأنه يجب ردم هذه الحماءة ردما صحيا في حفرة ردم طبقا للمواصفات الفنية المعروفة للردم الصحي .

و يمكن ترميدها بمحارق امنة علي ان يكون الغاز الناتج نظيفا .

معايير تداول الحماءة

يراعي الآتي :

1. أن تملأ أحواض التجفيف بحيث لا يتوالد الذباب والبعوض ولا تنتشر الروائح الكريهة قدر الامكان ، وذلك بملأ الأحواض علي فترات كل أربعة الي خمسة ايام بعمق 15 سم في المرة الواحدة وان لا يزيد العمق الكلي عن 45 سم.
2. ان تكون أحواض التجفيف معزولة عن المياه الجوفية او مصادر المياه وأبسط طرق العزل طبقتين من الطين والرمل بنسبة دمك أكبر من 95% وسمك الطبقة 20 سم قبل الدمك وأنه يمكن أستخدام تراب الأسمنت او الجير او خام البانتونيت في اعمال الدمك .
3. عدم نقل الحماءة إلي مواقع التخزين الا بعد الوصول لنسبة جفاف في حدود 30% بالوزن ، مع مراعاة الشروط الآتية :-

* ان يكون قاع هذه المواقع معزولا عن المياه الجوفية .
* ان يكون ارتفاع التخزين (التكويم) في حدود 60 الي 80 سم .
* أن تغطي أكوام الحماءة بحماءة أخري جافة او مواد تغطية اخري لمنع تكاثر الذباب .

4- إن يتم نقل الحماءة بواسطة عربات خاصة مغطاة ، علي ان يتم تطهيرها وغسلها دوريا .

5- توعية عمال الصرف الصحي المتعاملين مع الحماءة باخطارها ، ويلتزم الجميع بالاتي :

- لبس الأحذية والقفازات الواقية وأن يتم تطهيرها في كل مرة تستخدم فيها .
- إجراء فحوص طبية دورية على جميع المتعاملين بالحماءة مع اجراء التطعيمات ضد اية امراض محتملة .
- تقديم التسهيلات الطبية السريعة لمعالجة الأمراض المتوقعة مثل الأسهال والمعالجة المنتظمة لمنع العدوي .
- إصدار نشرات توعية عن إستخدامات الحماءة ونوعيتها واخطار كل منها .

الباب الرابع 4

تطهير مياه الصرف الصناعي المعالجة

الفصل الأول

4-1-1. تعريف التطهير

التطهير هو التدمير والقتل النوعي المنتخب للكائنات المسببة للامـراض , ممـا يعني ليس كل الكائنات الحية تموت وتدمر خلال هذه العملية , بينما يعرف التعقـيم بانه قتل وتدمير لكل الكائنات الحية الدقيقة الموجودة الممرضة وغير الممرضة .

لا تسمح عملية ترويب المواد العالقة مع عمليات الترسيب والترشـيح اللاحقـة، وكذلك عملية الكلورة المسبقة للمياه بالحصول على إزالة كاملة للبكتريا الضارة، حيث تحافظ حتى 10% من البكتريا والفيروسات على حياتها بعد العمليات السابقة. وكذلك لا تسمح عمليات المعالجة المختلفة لمياه الصرف الصحي بالقضاء نهائيا على الأحيـاء الممرضة في هذ المياه. لذلك تعتبر عملية التطهير هـي العمليـة النهائيـة اللازمـة لتحضير مياه الشرب وكذلك لمعالجة مياه الصرف الصحي والصرف الصناعي قبل طرحها إلى المجتمعات المائية الطبيعية أو استخدامها للأغراض المختلفة.

في مجال معالجة المياه والمخلفات السائلة البلدية والـصناعية فهنـاك ثـلاث مجموعات رئيسية مسببة للمرض مصدرها داخل الحيوان والانسان ((Human enteric Organisms وهي البكتريا والفيروسات والطفيليات الاميبية

والمواد المستخدمة في التطهير وهي ما تعرف بالمطهرات لابد ان تكون – امنة في النقل والتداول والتطبيق – وتركيزها في المياه المعالجة يمكن قياسه وتقديره والا تكون هي مصدرا لتلوث البيئة .

ولمعرفة أهمية التطهير لابد من معرفة أهم الكائنات الدقيقـة الممرضـة التـي تتواجد في مياه الصرف المعالجة والأمراض التي تسببها للانسان والحيوان. كما يلزم للاستخدام الفعال للمطهرات دراسة جيدة لمكونات مياه الصرف المعالجة .

4-1-2. خصائص المواد المستخدمة في التطهير

لكي تتم عملية التطهير بنجاح لابد ان تتوفر فـ، المواد المطهرة خصائص معينة واهم الخصائص المطلوب توافرها هي الخصائص الاتية :

1. السمية للكائنات الدقيقة الممرضة : فلابد ان يكون شديد السمية عند التركيـزات الضعيفة , بحيث ان كميات أو تركيزات قليلة من المادة المطهرة تكفي للقـضاء علي الكائنات الدقيقة الممرضة الموجودة في المكان المراد تطهيره .
2. الذوبانية : لابد ان يذوب في المياه أو في أنسجة خلايا الكائنات الممرضة

3. الثبات : اي فقدان قدرته علي الابادة مع الوقت قليل , اي تستمر قدرته التطهيرية مدة مناسبة تكفي للقضاء علي الممرضات المطلوب التخلص منها .
4. غير سام للكائنات العليا : لابد ان يكون ساما للكائنات الدقيقة وغير سام للكائنات العليا فمثلا عند تطهير ماء الشرب لابد ان تكون مادة التطهير غير سامة للانسان الذي سوف يشرب ذلك الماء .
5. التجانس : اذا كانت المادة المطهرة سوف تستخدم في صورة سائلة فلابد ان يكون المحلول المطهر متجانسا.
6. التفاعل مع المواد الجانبية : لابد ان لا يمتص المطهر من المواد العضوية دون الخلايا البكتيرية أو الفيروسية .
7. السمية عند درجة الحرارة المطلوبة : لابد ان يكون فعالا عند درجة الحرارة المناسبة.
8. القدرة علي الاختراق : له القدرة علي اختراق سطح المياه , وله القدرة الي الوصول بسهوله للهدف المراد تطهيره.
9. غير عدواني او اكول : لابد ان تكون مادة التطهير غير عدوانية أو اكولة فلا يسبب تاكل للمعادن أو يزيل الوان الانسجة حتي لا تؤدي لتلف بعض المواد اثناء عملية التطهير .
10. القدرة علي إزالة الروائح الكريهة: فلابد ان يتميز المطهر بالقدرة علي إزالة الراوائح عندما يبدا في التطهير.
11. أمكانية وسهولة وجوده : لابد ان يكون موجودا ومتاحا بسعر معقول .

والجدول التالي يبين بعض الخصائص العامة لاكثر المطهرات المستخدمة شيوعا في تطهير المياه ويقارن بينها.

جدول 4-1

المقارنة بين خواص اكثر المطهرات شيوعا في الأستخدام

الخصائص العامة للمطهرات	الخواص المطلوبة / درجة الآستجابة	الكلور	هيبوكلوريت الصوديوم	هيبوكلوريت الكالسيوم	ثاني أكسيد الكلور	الأوزون	الاشعة فوق البنفسجية
السمية لكائنات الدقيقة **Toxicity to Microorganisms**	لابد ان يكون شديد السمية عند التركيزات الضعيفة	شديد السمية	شديد السمية	شديد السمية	شديد السمية	شديد السمية	شديد السمية
الذوبانية **Solubility**	لابد ان يذوب في المياه اوفي انسجة الخلايا	قليل الذوبانية	يذوب جيدا	يذوب جيدا	يذوب جيدا	يذوب جيدا	-
الثبات **Stability**	فقدان قدرته علي الابادة مع الوقت قليل	ثابت	غير ثابت قليلا	ثابت نسبيا	غير ثابت ويجب انتاجه وتحضيره وقت الحاجة	غير ثابت ويجب انتاجه وقت الحاجة	يجب توليد الاشعة عند الأستخدام
غير سام للكائنات العليا **Non toxic to higher forms of life**	لابد ان يكون ساما للكائنات الدقيقة وغير سام للكائنات العليا	ضار وسام للكائنات العليا	سام وضار	سام وضار	سام وضار	سام وضار	سام وضار

التجانس Homogeneity	المحلول لابد ان يكون متجانسا ومتماسكا	متجانس	متجانس	متجانس	متجانس	متجانس	-
التفاعل مع المواد الجانبية Interaction with extraneous material	لابد ان لا يمتص من المواد العضوية دون الخلايا البكتيرية	يؤكسد المواد العضوية	مؤكسد قوي نشط	مؤكسد قوي نشط	يتفاعل جيدا مع المواد العضوية	يؤكسد المواد العضوية	يتفاعل قليلا مع المواد العضوية
السمية عند درجة الحرارة المطلوبة Toxicity at ambient temperature	لابد ان يكون فعالا عند درجة لحرارة المناسبة	فعال جدا	فعال جدا	فعال جدا	فعال جدا	فعال جدا	فعال جدا
القدرة علي الاختراق Penetration	له القدرة علي اختراق سطح المياه	يخترق بصورة عالية	يخترق بصورة عالية	يخترق بصورة عالية	يخترق بصورة عالية	يخترق بصورة عالية	يخترق بصورة عالية
Noncorrosive and nonstaining	لا يسبب تاكل للمعادن او يزيل الوان الانسجة والملابس	نشط جدا (اكول)	نشط	نشط	نشط جدا (اكول)	نشط جدا (اكول)	

Deodorizing ability القدرة علي إزالة الروائح الكريهة	له القدرة علي إزالة الروائح عندما يبدا في التطهير	عالي القدرة	متوسط القدرة	متوسط القدرة	عالي القدرة	عالي القدرة	لا يزيل اطلاقا
امكانية وسهولة وجوده Availability	لابد ان يكون موجودا ومتاحا بسعر مناسب وبكمية وفيرة	قليل التكلفة	متوسط الي قليل التكلفة	متوسط الي قليل التكلفة	متوسط الي قليل التكلفة	متوسط الي عالي التكلفة	متوسط الي عالي التكلفة

الاستخدامات الأخرى للمطهرات في معالجة المياه ومعالجة مياه الصرف

تستخدم المطهرات في معالجة المياه وليس فقط في التطهير. وبينما يعد تثبيط الكائنات الممرضة هي الوظيفة الاولي لاستخدام المطهرات، الا أنها تستخدم أيضا كمؤكسدات في معالجة مياه الشرب ومعالجة مياه الصرف الصحي والصناعي لتحقيق وظائف اخرى مثل:

1. تخفيض تكون نواتج التطهير الجانبية إلى الحد الأدنى.
2. الحد من الكائنات المزعجة مثل الرخويات المخططة والمحارات الآسيوية.
3. أكسدة الحديد والمنجيز الذي قد يتواجد في ماء الشرب أو ماء الصرف.
4. منع معاودة النمو في شبكات التزويد والمحافظة على الثبات البيولوجي.
5. إزالة الطعم والروائح بالأكسدة الكيميائية.
6. تحسين فعالية التخثير والترويب والترشيح.
7. منع نمو الطحالب في أحواض الترسيب والمرشحات.
8. إزالة اللون لبعض انواع مياه الصرف الصناعية .

3-1-4 مفهوم وميكانيكية عملية التطهير

ترتبط عملية التطهير بكيفية احداث المادة التطهيرة لاثرها التطهيري من خلال

وصولها للكائنات الدقيقة الممرضة وقتلها بصورة معينة عن طريق ميكانيكية خاصة .

وهناك اربع من التفسيرات التي توضح عملية التطهير واثر المطهرات حيث يمكن ان يؤدي أستعمال المطهر الي احداث الاثار الأتية :

(أ) تدمير جدار الخلية البكتيرية .

(ب) تغير في نفاذية الخلية.

(ج) التغير في الطبيعة الغروية للبرتوبلازم .

(د) تثبيط النشاط الانزيمي .

التدمير لجدار الخلية يحدث عند تحلل الخلية وموتها(عند موت الخلية تقوم بافراز أنزيمات التحلل والتي تدمر الجدار الخلوي) والمطهر يؤدي اثره التطهيري عن طريق تدمير جدار الخلية أو منع تكوينه وبناؤه ,فمثلا البنسلين وهو أحد المضادات الحيوية المعروفة يثبط بناء وتحوين جدار الخلية البكتيرية .

المنظفات الصناعية والمركبات الفينولية تقوم بتغيير النفاذية للغشاء السيتوبلازمي للخلية , حيث تقوم هذه المركبات بتدمير النفاذية التخصصية للاغشية وبالتالى تسمح بمرور مركبات حيوية مثل النيتروجين والفسفور, كما ان للفينول تأثير سام علي الخلايا الخضرية عن طريق افساد البروتين الخلوي والغشاء السيتوبلازمي .

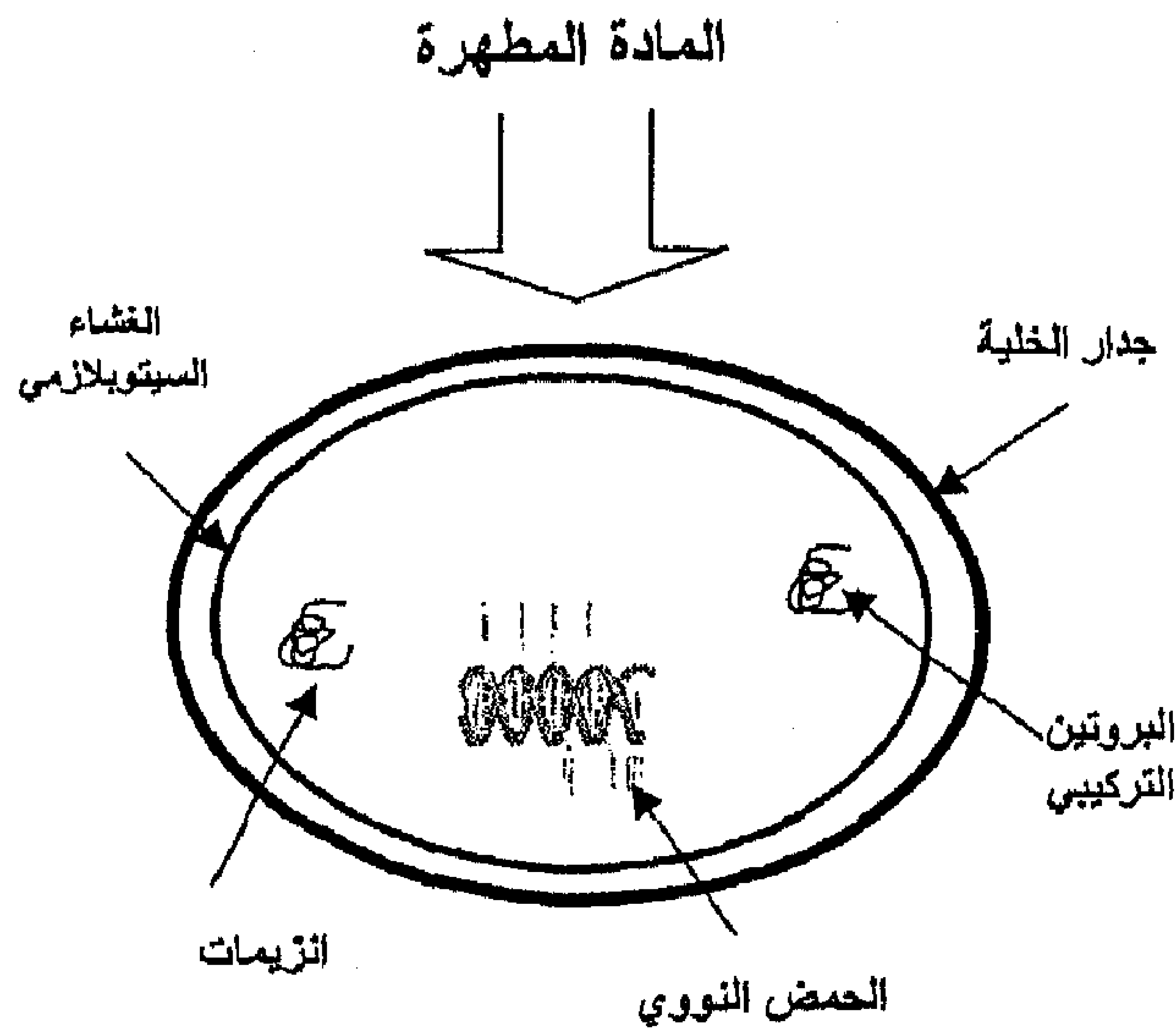
الحرارة والاشعاع والقلويات والأحماض الشديدة تغير وتفسد الطبيعة الغروية للبرتوبلازم , والحرارة تقوم بتخثير وتجميع بروتين الخلية , بينما تقوم الأحماض والقلويات بأفساد بروتينات الخلية مسببة تأثير مميت للخلية .

المواد المؤكسدة القوية كالكلور تثبط النشاط الانزيمي عن طريق تغييرالترتيب الكيميائي للأنزيمات وايقاف نشاطها , والمواد المؤكسدة القوية ترتبط بمجموعات كيميائية نشطة موجودة بالأنزيمات وتحولها الي مجموعات غير نشطة , كما ترتبط بعض هذه المواد بالبروتينات الخلوية مسببة افسادها .

ويؤدى التسخين والأشعة والعوامل الحمضية والقلوية القوية إلى تغير طبيعة الرسوب المتعلق الخاص بالبروتوبلازم فيؤدى التسخين إلى تجمع (تخثر) بروتين الخلية بالإضافة للتأثير المميت للأحماض أو القلويات على الخلية.

والشكل التالي يوضح اماكن تاثير المادة المطهرة علي الخلايا حيث تؤثر المادة المطهرة علي الاماكن التالية:

- جدار الخلية
- البروتين التركيبي داخل الخلية
- الغشاء السيتوبلازمي للخلية
- الحمض النووي
- انزيمات الخلية



شكل 4-1 يبين اماكن تأثير المادة المطهرة علي الخلايا

4-1-4 . العوامل التي تؤثر علي كفاءة المطهرات

تتحدد كفاءة المطهرات في التطهير بعدة عوامل بعضها خاص بالمادة المطهرة نفسها والبعض الاخر خاص بمكان التطهير ومكوناته وخصائصه , والعوامل الاتية تعد اهم العوامل المؤثرة علي كفاءة المطهرات :

- وقت ومدة التلامس بين المطهر والكائنات الممرضة.
- تركيز ونوع المواد الكيميائية المطهرة.
- شدة وطبيعة العناصر الفيزيائية.
- درجة الحرارة.
- عدد الكائنات الدقيقة.
- نوع الكائنات الدقيقة.
- عمر الكائنات الدقيقة

• طبيعة المواد العالقة في المياه.

1- وقت ومدة التلامس بين المطهر والكائنات الممرضة Contact Time

اذ تزيد فاعلية المطهر في قتل الكائنات الممرضة كلما طالت هذه المـــدة وذلـــك لتعرض المياه لأكبر فترة ممكنة من المطهرات بما فيها من كائنات ممرضة كالبكتريا, وايضا لاختلاف مقاومة الأنواع المختلفة من البكتريا لتأثير المطهرات عليها فقد وجد ان اطالة فترة التلامس بين المطهر والكائنات الممرضة تزيد مـــن قـــدرة وفاعليـــة المطهر في قتل المسببات المرضية.

والجدول التالي يبين اثر وقت ومدة التلامس بين نوع من المواد المطهرة وهـــو كلوريد البروم الذي يستخدم لتطهير المياه المعالجة ثانويا من محطات معالجة الصرف الصحي

جدول 4-2

جرعة كلوريد البروم	وقت التلامس (دقيقة / العدد متبقي من بكتريا الكوليفورم في 100 مل)		
	15 دقيقة	30 دقيقة	60 دقيقة
3.6 مجم /لتر	10.000	4.000	600
15 مجم / لتر	800	410	200
47 مجم / لتر	450	200	90
المصدر Physical and chemical Treatment of water and wastewater Arcadio P. Sincero, Gregoria A. Sincero			

يتضح من الجدول الأتي :

- كلما زادت جرعة كلوريد البروم (المادة المطهرة) كلما زادت كفاءة التطهير والتي تتحدد بالعدد المتبقي من من بكتريا الكوليفورم في 100 مـــل, حيـــث ينخفض العدد بزيادة الجرعة .
- كلما زاد وقت التلامس بين المادة المطهرة والماء المراد تطهيره كلما زادت كفاءة التطهير حيث ينخفض عدد بكتريا الكوليفورم المتبقية بعـــد التطهيـــر بزيادة فترة التلامس.

2. تركيز ونوع المواد الكيميائية المطهرة

Concentration and Type of Chemical Agents

بالنسبة الي نوع المادة الكيميائية المطهرة وجد انه في حدود معينة فـأن كفـاءة التطهير تعتمد وتكون متعلقة بتركيز تلك المادة وقد عبر ذلك بالمعادلة الأتية :

$$C^{n}\ t_{p} = \text{constant}$$

Where

C = concentration of disinfectant

n = constant

t_p = time required to effect a constant percentage kill

طبقا للمعادلة السابقة فانه اذا كان الثابت n

قيمته أكبر من واحد فان فترة التلامس اكثر أهمية من تركيز المادة المطهرة

واذا كان يساوي واحد فان كلا التركيز وفترة التلامس لهما نفس التـأثير علـي كفاءة التطهير .

وتركيز المادة المطهرة بالنسبة للزمن تكتب Ct وتسمي قيمة Ct وهي عبارة عن حاصل ضرب التركيز المتبقي للمادة المطهرة الكيميائية بالمليجرام لكـل لتـر فـي الزمن(اقل زمن للتلامس) بالدقيقة.

Ct = تركيز المادة المطهرة المتبقية x زمن التلامس

= C مجم /لتر x T بالدقيقة

ولكل مادة كيميائية تستخدم في التطهير قيمة معينة لل Ct لحدوث تثبيط وإعاقـة لنشاط الكائنات الدقيقة الممرضة في المياه .

والجدول التالي يبين القيم المختلفة للتركيزمع الـزمن Ct لانـواع عديـدة مـن المطهرات الكيميائية عند درجة حرارة 5 مئوية .

جدول 4-3

القيم المختلفة للتركيزمع الزمن Ct

الكائن	الكلور الحر عند رقم هيدروجيني 7-6	الكلورامينات عند رقم هيدروجيني 9-8	ثاني اكسيد الكلور عند رقم هيدروجيني 6-7	الأوزون عند رقم هيدروجيني 7-6
E. coli bacteria	-0.034 0.05	180-95	0.75-0.4	0.02
Polio virus	2.5-1.1	-770 3480	6.7-0.2	0.2-0.1
Giardia lambia cyst	150-47	-	-	0.6-0.5

3. شدة وطبيعة العناصر الفيزيائية Intensity and Nature of Physical Agents

بالنسبة للضوء والحرارة كعوامل فيزيائية مطهرة وجد انه كفاءة التطهير تعتمد اعتمادا كبيرا علي شدة الضوء والحرارة , فمعدل تحلل وقتل الخلايا البكتيرية يزيد بزيادة شدة الضوء وزيادة الشدة الحرارية.

4. درجة الحرارة Temperature

تاثير الحرارة علي معدل قتل الخلايا الممرضة يتضح من خلال معادلة هوف ارنيس , والتي تبين تلك العلاقة كصورة رياضية , وعموما فان زيادة درجة الحرارة ينتج عنها زيادة في سرعة القتل .

وايضا تقل جرعة المادة المطهرة بارتفاع درجة الحرارة للحصول علي نفس كفاءة التطهير , اذا تمتزج المادة جيدا مع الماء بارتفاع درجة الحرارة.

فمثلا قد وجد انه في درجة حرارة 25 مئوية وفي رقم هيدروجيني 7.0 يتكون فترة التلامس الفعالة حوالي 30 دقيقة وعند انخفاض درجة الحرارة الي 18 مئوية فان فترة التلامس تزيد الي 42 دقيقة لاحداث نفس كفاءة التطهير.

الا انه هناك بعض المطهرات ذات الطبيعة الغازية تكون اكثر ثباتا في درجات الحرارة المنخفضة وتبقي فترات اطول داخل الوسط المراد تطهيره وبالتالي قد تزداد فاعليتها في التطهير.

5. عدد الكائنات الدقيقة Number of organisms

في المحاليل المخففة كمياه الصرف الصحي (99 % ماء) فان تركيز الكائنات الدقيقة وعددها قلما يؤخذ في الأعتبار , وعامة فقد وجد انه كلما زاد تركيز الكائنات الدقيقة في المياه كلما زاد الوقت اللازم لأتمام التطهير والقتل لتلك الكائنات في حالة ثبات جرعة المادة المطهرة .

اما اذا قورن عدد البكتريا مثلا مع جرعة التطهير فانه من الطبيعي كلما زاد عدد البكتريا الموجودة في المياه زادت الجرعة اللازمة للتطهير.

والعلاقة بين عدد الكائنات الدقيقة وكفاءة عملية التطهير يمكن تمثيلها بالمعادلة الاتية:

$$C \quad N_p^{\,q} = \text{constant}$$

حيث C = تركيز المادة المطهرة

Np = تركيز الكائنات الدقيقة التي انخفض عددها كنسبة مئوية في وقت محدد

q = ثابت متعلق بقوة المطهر.

6. نوع الكائنات الدقيقة Types of Organisms

كفاءة التطهير تتاثر بطبيعة وظروف الكائنات المراد قتلها , فعلي سبيل لمثال هناك الكثير من البكتريا التي يسهل قتلها بسهولة اما البكتريا المتحوصلة فتبدي مقاومة كبيرة للمطهرات ,حيث ان لكل نوع معين من الميكروبات مقاومة معينة لمركبات التطهير.

وعموما مقاومة الكائنات الممرضة للتطهير تسير في هذا الاتجاه , فحويصلات الاوليات (البرتوزوا) اكثر مقاومة من البكتريا المكونة للابواغ والتي هي اكثر مقاومة من الفيروسات المعوية والتي هي اكثر مقاومة من البكتريا الغير مكونة للابواغ التي تعد اقل الكائنات مقاومة للعوامل المطهرة .

حويصلات الاوليات < البكتريا المكونة للابواغ < الفيروسات المعوية< البكتريا الغير مكونة للابواغ.

7. عمر الكائنات الدقيقة Age of Organisms

تعتمد فعالية وكفاءة التطهير للمادة المطهرة علي عمر الكائنات الدقيقـة . فعلـي سبيل المثال البكتريا صغيرة العمر تقتـل بـسهولة بينمـا تقـاوم البكتريـا القديمـة (كبيرةالعمر) المطهرات بدرجة اكبر. واعمار البكتريا تحدد من الغلاف المكون مـن السكريات العديدة حول الجدار الخلوي وهذا الغلاف يزيد من مقاومة البكتريا للفعـل التطهيري بالمادة المطهرة .فمثلا عندما استخدمت جرعة من الكلورين مقـدارها 2.0 مجم /لتر لتطهير مزارع بكتيرية عمرها 10 ايام استغرق التطهير مدة تلامس حوالي 30 دقيقة بينما لم يستغرق الا دقيقة واحدة لبكتريا عمرها واحد يـوم لاحـداث نفـس التأثير.

8. طبيعة المواد العالقة في المياه Nature of Suspension Liquid

بالإضافة للعوامل السابقة فان طبيعة المياه أو السوائل المراد تطهيرها يجب ان تدرس بدقة وتحلل تحليلا دقيقا , فعلي سبيل المثال وجود المواد العضوية بكثرة فـي المياه سوف يعمل علي استنزاف معظم مواد التطهير المؤكسدة ويقلل مـن فاعليتهـا وكفاءتها التطهيرية.

كما ان بعض المواد مثل الحديد والمنجنيز والنترات وكبريتيد الهيدروجين تتفاعل مع الكلورالمضاف قبل ان يؤدي وظيفته ويحدث اثره التطهيري .

وايضا وجود المواد العالقة يقلل من فاعلية المادة المطهرة فالمواد العالقـة تقـى مسببات الأمراض من تأثير الكلور حيث تحجب المواد المسببة للعكارة الكائنات الدقيقة عن المادة المطهرة.

4-1-5. وسائل وطرق التطهير

للتطهير وسائل عديدة وتختلف كل وسيلة عن الاخـري مـن حيـث طبيعتهـا وخواصها وطبيعة المواد التي تقوم بتطهيرها ومجال استخدامها . وهناك عوامل عديدة تحدد طريقة التطهير المستخدمة.

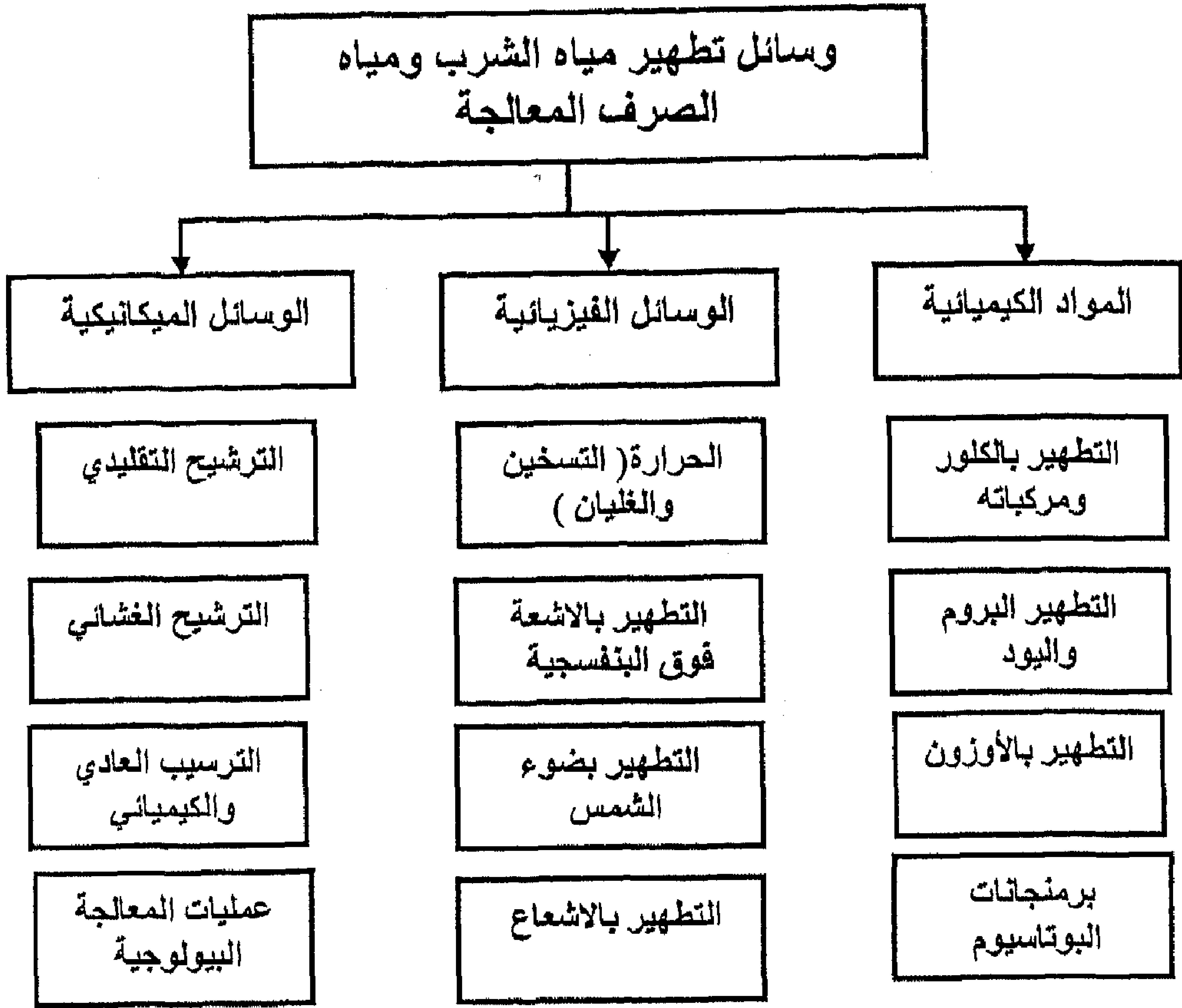
وعملية التطهير يمكن ان تتم عن طريق أستخدام الاتي :-

المواد الكيميائية Chemical Agents

العناصر الفيزيائية Physical Agents

الطرق الميكانيكية Mechanical Means

والشكل التالي يبين اهم وسائل تطهير المياه.



شكل 4-2 مخطط للوسائل المختلفة لتطهير المياه

أولا التطهير بالمواد الكيميائية

التطهير بالمواد الكيميائية يعتمد علي أستخدام بعض أنواع من المواد الكيميائية كمواد مطهرة تعمل علي ابادة الكائنات الممرضة , ومن أهم المواد الكيميائية التي تستخدم في تطهير مياه الشرب , والمياه الجوفية والمياه المعالجة لمياه الصرف هو الكلور ومركباته , والأوزون , كما تستخدم مواد اخري في التطهير في حالات خاصة مثل البروم ,واليود ,وبرمنجانات البوتاسيوم , وكلوريد البروم .

والجدول الاتي يسرد معظم المواد الكيميائية المستخدمة في تطهير المياه ومياه الصرف

جدول 4-4

الكيماويات المطهرة

المادة الكيميائية	الصيغة الكيميائية
كلوريد البروم	BrCl
الكلورامينات	NHCl2, NHCl2, NCl3
غاز الكلور	Cl2
اكسيد الكلور	ClO2
هيبوكلوريت الصوديوم	NaOCl
هيبوكلوريت الكالسيوم	Ca(OCl)2
برمنجانات البوتاسيوم	KMnO4
الأوزون	O3

تتميز المواد الكيميائية المستخدمة في التطهير بانها لها قدرة تطهيرية متمثلة في كونها مواد مؤكسدة , فغالبية المطهرات عبارة عن عوامل مؤكسدة قوية و/أو تؤدي إلى تكوين عوامل مؤكسدة كنواتج جانبية (مثل جذور الهيدروكسيل الحرة) تتفاعل مع المواد العضوية وغير العضوية في الماء.

والمواد المؤكسدة تختلف في قدرتها علي الأكسدة من مادة الي الخري حسب قوة (جهد)التأكسد لها , والجدول التالي يبين قوة التأكسد النسبية للعديد من المواد الكيميائية المستخدمة في التطهير نسبة بالكلور الذي قوته تساوي 1 .

جدول 4-5

قوة التأكسد النسبية(الكلور=1)	
الفلور	2.23
شق الهيدروكسيل	2.06
الأكسجين الذري (احادي)	1.78
الأوزون	1.52
فوق اكسيد الهيدروجين	1.31
شق فوق الهيدروكسيل	1.25
البرمنجانات	1.24
حمض الهيبوبروموس	1.17
ثاني اكسيد الكلور	1.15
حمض الهيبوكلوروس	1.10
حمض الهيبوايودومس	1.07
الكلور	1.0
البروم	0.80
اليود	0.54
الأكسجين	0.29

أ- التطهير بالكلور ومركباته

يعد غاز الكلور من اكثر الطرق شيوعا وأستخداما لتطهير مياه الشرب ومياه الصرف الصحي المعالجة , ويعد الكلور ومشتقاته مثل , Sodium Hypochlorite و Chlorine Dioxide هو من أكثر مواد التطهير فعالية وعند إضافته إلى المياه بكميات مدروسة يقضي على الجراثيم والكائنات الدقيقة المختلفة, ويتوفر بعدة أشكال كالبودرة السائل والغاز.

لقد استعملت مركبات الكلور ولأكثر من 100 عام في بلاد كثيرة لمعالجة مياه الشرب وتمكنت من القضاء على الأمراض الناتجة من المياه الملوثة إضافة إلى وسائل مثل الأوزون والاشعة فوق البنفسجية والتصفية الدقيقة. Ultra-filtration

الأمتياز الأساسي الذي يتمتع به الكلور هو خاصية البقاء في المياه مما يضمن مياه آمنة إثناء عبورها شبكات التوزيع وحتى وصولها إلى المستهلك.

كما يعمل الكلور على منع اللزوجة ونمو الطحالب في المواسير والخزانات. وأنظمة الكلور سواء كانت للغاز أو للمادة السائلة تتضمن أجهزة غير معقدة وأسعارها بسيطة مقارنة بالحماية التي تؤمنها كما أنها لا تحتاج إلى صيانة مكلفة. باختصار كمية قليلة من الكلور تكفي لحماية مستدامة وفعالة.

في جميع الحالات يبقى الكلور أكثر مواد التعقيم فعالية وقبولا في الأوساط التي تتعامل مع الصحة العامة ويبقى أن نقول بأن للكلور أربعة ادوار رئيسية في حال استعماله لمعالجة مياه الشرب وهي:

- إزالة المواد الغير مرغوبة في المياه بواسطة الأكسدة.
- حماية متواصلة للمياه في شبكات التوزيع .
- تعقيم فعال وعاجل في حال حصول تلوث طارئ.
- تأمين مراقبة مستمرة لتلوث المياه من خلال مراقبة مدى استهلاك الكلور Chlorine Demand.

ب- التطهير باليود

يستخدم اليود في تطهير الكميات القليلة من ماء الشرب في حالات عدم توفر الغليان للماء وخاصة للوحدات العسكرية في المناطق المنعزلة ,ان استخدام اليود هي الطريقة الأخرى البديلة لجعل الماء آمنا للشرب. ولكن الكريبتوسبوريوم Cryptosporidium (طفيل يسبب الإسهال) بالإضافة إلى طفيليات أخرى كروية الشكل مثل (سيكلوسبورCyclospora, توكسوبلازما Toxoplasma) قد لا تقتل بواسطة اليود . فيجب ترشيح الماء العكر من خلال قماش نظيف إلى داخل حاوية نظيفة وذلك لإزالة أي رواسب أو مواد طافية على السطح وبعد ذلك تتم المعالجة باليود. كما ان اليود قد يتفاعل مع المواد العضوية الموجودة بالماء مكونا مركبات الترايهالوميثان الضارة .

وبالنسبة لمياه الصرف الصناعي فان اليود نادرا ما يستخدم لتطهيرها وذلك للاعتبارات الاقتصادية وفعاليته المنخفضة لتطهير مثل هذه الانواع من المياه .

ج- كلوريد البروم

يصنع كلوريد البروم من البروم والكلور ويعبأ في أسطوانات مثل غاز الكلـور. وكلوريد البروم مطهر جيد ولكنه شديد العدائية علي المواد المعدنية ويـسبب مـذاق دوائي للماء . ويستخدم أساسا في حمامات السباحة لكونه لا يسبب حساسية للعين مثل الكلور , ومن عيوبه أنه يكون مركبات الترايهالوميثان بتفاعله مع المواد العضوية .

وايضا كلوريد البروم فانه لا يستخدم لتطهير مياه الصرف الصناعي المعالجة .

د-برمنجانات البوتاسيوم

تستعمل برمنجانات البوتاسيوم لمياه الشرب على نطاق محدود كالمياه المستخدمة في حقول الدواجن ويستخدم حتى يظهر لون أحمر وردي فاتح ويستخدم بعد اضـافته بنصف ساعة ويزيل الطعم والرائحة.

وبرمنجانات البوتاسيوم مادة مؤكسدة جيدة وذات تأثير فعال للقضاء علي الطحالب وتستخدم في اكسدة الحديد والمنجنيـز وكبريتيـد الهيـدروجين الموجـود بالمـاء. والبرمنجانات مادة ذات اثر متوسط كمادة مطهرة. وكذلك تستخدم لتحـسين المـذاق والرائحة لبعض انواع مياه الشرب .

واعتمادا على كمية البرمنجنات اللازمة، فإنه يمكن تخفيفها في خزانات الإذابـة/ أو التخزين بإستخدام خلاطات ومضخات قياس الكميات المغذية وذلك فـي الأنظمـة الصغيرة. أما الأنظمة الكبيرة فتحتوي على مغذ للكيماويات الجافة، مع حوض تخزين وجامع للغبار لإضافة البرمنجنات أوتوماتيكيا للمحلول في خزان الإذابة.

يحضر محلول البرمنجنات من البيرمنجنات الصلب المبلور الذي يضاف إلى ماء التخفيف، ومن ثم يذاب لإعطاء تركيز البرمنجنات المطلوب.

و-التطهير بالأوزون

الأوزون عنصر أكسدة قوي ومطهر أساسي فعال. ويضخ هذا الجـزيء الغنـي بالأكسجين في أنظمة المياه لإزالة الملوثات البيولوجية مثل البكتيريـا، والفيروسـات، والجيارديات، والكريبتوسبوريديوم والكيماويات العضوية. كما أنه فعال فـي أكـسدة وإزالة الحديد، والكبريت ،والمنجنيز،والمواد الأخرى غير العضوية.

ثانيا الوسائل الفيزيائية

تعتمد الوسائل الفيزيائية علي الخواص الفيزيائية الموجودة في بعض المــواد أو التي يمكن توليدها باستخدام الاجهزة المختلفة . فمثلا التطهير بالحرارة يعتمــد علــي خواص الحرارة التطهيرية في قتل الكائنات الممرضة ,والتطهير بضوء الشمس يعتمد علي الخواص الضوئية لاشعة الشمس في تطهير المياه والمعدات, بينما التطهير باشعة جاما المتولدة من اجهزة معينة تستخدم الخواص الفيزيائية لهذه الاشعة في تطهير المياه والحماة من الكائنات الممرضة. ونفس الفكرة بالنسبة لاجهزة الاشعة فوق البنفسجية .

ثالثا الطرق الميكانيكية

تعتمد الطرق الميكانيكية علي خفض الكائنات الممرضة خلال عمليات المعالجــة الميكانيكية لمياه الشرب ومياه الصرف . فعمليات الترشيح التقليدي والترشيح الرملــي والترسيب الميكانيكي والترشيح بالاغشية والديلزة الكهربائية ومراحل معالجــة ميــاه الصرف تحجز الكثير من الكائنات الممرضة وتخفض اعداد كبيرة منها معتمدة علــي خواص المعدات والاجهزة وميكانيكية مراحل المعالجة المختلفة فــي إزالــة وحجــز الملوثات ومنها الكائنات الممرضة .

الباب الرابع

4

التطهير بالكلور والاوزون

الفصل الثاني

4-2 التطهير بالكلور ومركباته

يعد التطهير بالكلور لمياه الشرب ومياه الصرف الصحي والصرف الصناعي من الطرق الشائعة للتطهير , والكلور مطهرا جيدا لمخلفات المصانع السائلة مثل مصانع المواد الغذائية والدوائية ومخلفات المدابغ وصناعة الجلود اذا تحتوي هذه المخلفات علي كثير من الملوثات العضوية وكثير من الكائنات الممرضة لذا يجب تطهير المياه المعالجة من تلك المصانع قبل صرفها علي شبكة المجاري العامة أو قبل التخلص منها عامة .

4-2-1 الخواص العامة للكلور

1 - الكلور في حالته الغازية لونه اخضر مصفر يكون مركز اللون وهو سائل , ويكون عديم اللون مع التركيز المنخفض , وله رائحة نفاذة ولاذعة كما انه يثير ويهيج العين ويسبب انفعالات ودموع.

2- وزن الكلور اثقل من الهواء بحوالي 2.5 مرة.

3- يعبأ في اسطوانات كبيرة للأغرض التجارية حيث يكون الكلور بداخلها في صورة سائل مضغوط, وعند تحرر الكلور من الآسطوانة فانه يتحول الي غاز , حيث يكون حجم الكلور السائل 456 ضعف حجم الكلور الغاز اي ان المتر المكعب من الكلور السائل اذا انتشر كغاز ثقيل يمكن ان يغطي الاف الامتار المربعة من الأرض بالهواء الملوث بغاز الكلور .

4- عند تبريده أو ضغطه يتحول الي سائل اصفر لزج وأثقل من الماء 1.5 مرة حيث ان كثافة الغاز 3.2 جم/ لتر , كثافة السائل 1460 جم/لتر وهذا يعني ان كيلوجرام من سائل يعطي 0.315 متر مكعب غاز .

5- الكلور قليل الذوبان في الماء وتصل اقصي نسبة ذوبان في الماء الي 1 % عند درجة حرارة 9.5 مئوية , وعند درجة حرارة اقل من ذلك يتحد الكلور مع الماء مكونا مادة بلورية في شكل الثلج . ونظرا لان ضغط غاز الكلور يزيد بارتفاع درجة الحرارة فان الذوبان بالتالي يقل , فعند درجة حرارة 100 مئوية لا يذوب الكلور مطلقا في الماء , وما بين 9.5 و 100 مئوية فان الكلور يذوب بدرجات مختلفة تبعا لدرجة الحرارة , وما بين هاتين الدرجتين يذوب الكلور في الماء مكونا محلول عدواني من أحماض الهيبوكلورس والهيدروكلوريك والذي يجب

الحرص الشديد عند تداوله.والجدول التالي يبين قابلية الكلور للذوبان في درجات الحرارة :

جدول 4-6

ذوبان الكلور مع الحرارة

درجة الحرارة م	0.0	10	15	20	25
جم كلورغاز /100جم ماء	1.46	0.98	0.83	0.71	0.64

علما بان الماء المشبع بالكلور وفي درجة حرارة اقل من9.6 مئوية يتحول الـــي بلورات هيدرات الكلور التي تسبب انسدادا في المواسير.

6 - يتبخر سائل الكلور عند درجة غليان-34.6 مئوية كما انه يتجمد علي هيئة بلورات عند -101 مئوية . والجدول التالي يبين خواص غاز الكلور

جدول 4-7

خواص غاز الكلور

الخاصية	القيمة
الرمز الكيميائي	Cl_2
الوزن الذري	35.457
العدد الذري	17
الوزن الجزيئي	70.914
النظائر	39,38,37,36,35,34,33
الكثافة عند صفر مئوية 32 فهرنهيت وواحد ضغط جوي	3.214 كجم /م3
درجة الاسالة عند 1 ضغط جوي	-34.6 مئوية
الحرارة النوعية عند ضغط ثابت 1 ضغط جوي وعند حرارة15 مئوية	0.115 كجم- كالوري/كجم/ 1درجة حرارة مئوية
التوصيلية الحرارية عند صفر مئوية	0.06 كجم- كالوري/ساعة/ م1/2درجة حرارة مئوية
الذوبانية في الماء عند حرارة20 مئوية	7.291 كجم /م3

2-2-4 الخواص الكيميائية للكلور

1- الكلور من الغازات النشطة ففي ظروف معينة يتفاعل الكلور مع معظم المعادن , وقد يتم التفاعل بسرعة شديدة أو بسرعة متوسطة , والكلور شره جدا للهيدروجين فانه يحل محله في بعض مركباته , مثال ذلك في حالة التفاعل مع كبريتيد الهيدروجين.

ويتفاعل الكلور مع الأمونيا أو المركبات الاخري المحتوية علي النيتروجين مكونا مركبات مختلفة من الكلورامين.

2- يتفاعل الكلور مع كثير من المواد العضوية مكونا مركبات معقدة وقد يصاحب بعضا من هذه التفاعلات حدوث انفجار.

3- الكلور عامل مؤكسد قوي , وعندما يختلط بالماء يصبح اكالا لمعظم المواد فيما عدا الزجاج , الخزف وبعض اللدائن , لذا يجب ان تصنع وحدة التعقيم بالكلور من خامات متوائمة معه.

4- الكلور ليس غاز مشتعل أو مفرقع مثل الهيدروجين , ولكن يمكنه تنشيط الاشتعال لمواد معينة فالعديد من المعادن تشتعل بمساعدة الكلور عند درجات الحرارة العالية, ولذا يلزم لتداوله ولتخزينه الابتعاد عن الغازات المضغوطة مثل الأمونيا وكذلك المواد القابلة للاشتعال كالمواد البترولية.

5- الكلور المذاب في الماء أو الكلور الرطب يتفاعل مع المعادن وخاصة الحديد مما يسبب تاكله ويلحظ ذلك في مواسير مياه الشرب المنزلية المصنوعة من الحديد, ولا يؤثر الكلور علي بعض المعادن مثل الذهب والبلاتين والتيتانيوم.

6 - الكلور غير موصل للتيار الكهربي.

7 - يعبأ الكلور مسالا تحت ضغط في حاويات مصنعة من الصلب للسعات الكبيرة (طن –0.5 طن) أما السعات الصغيرة (40, 50, 60 كجم) فهي عبوات للكلور من الصلب ومتكررة التعبئة علما بأن الضغط داخل عبوات الكلور يتغير مع درجة حرارة الوسط المحيط.

8 - حد التعرض المسموح به للرائحة في الهواء الجوي كحد اقصي للامان هو 1 جزء في المليون أو 3مليجرام /م3 هواء.

9- عند اختلاطه مع غاز الهيدروجين ينتج خليطا قابلا للانفجار يتأثر بالحرارة أو الضوء بما في ذلك ضوء الشمس.

10- الكلور لا ينفجر,ولكنه يتفاعل بشدة مع الشحوم , التربنتيا ,الايثير, الأمونيا , الهيدروكربونات, مساحيق المعادن والمواد القابلة للاشتعال.

4-2-3 التأثير الفسيولوجي للكلور

غاز الكلور غاز خانق واذا زاد تركيزه عن 3 جزء في المليون فانه يحس بالآستنشاق , ويسبب الكلور التهابات جلدية عن تلامسه مع الجلد في وجود رطوبة وايضا يسبب التهابات للجهاز التنفسي واغشية التنفس وذلك طبقا لتركيز الكلور وزمن التعرض له ,وفي الحالات الشديدة يمكن ان يسبب اختناق ثم الوفاة .

وتركيز الكلور السائل يعد موثرا عندما يصل الي 40 مليجرام / لتر لمدة 30 – 60 دقيقة تعرض , والتركيز الأعلي من ذلك يكون شديد الخطورة ولو كانت مدة التعرض وجيزة.

وعموما الاعراض التي تظهر علي المصاب باستنشاق الكلور تتطور بزيادة الكلور ومدة التعرض كالاتي :

(1) بعد الاستنشاق فورا يشعر المصاب برائحة نفاذة مهيجة.

(2) يتبعها دموع كثيرة وعطس وكحة وكذلك ضيق وشعوربضغط علي الصدر ومعه اغماء وقيء.

(3) تكون الكحة مصحوبة بافرازات رغوية ملوثة بالدماء لتورم الرئتين.

(4) زرقة علي الشفتين والانف ويصبح المصاب مرهقا ويكون جلده باردا مع العرق ونبضه سريع وضعيف مع تنفس غير عميق وهبوط شديد .

(5) قبل الوفاة بقليل قد يحدث هذيان واغماء ولكن عموما يكون المصاب منتبها للنهاية , ويحدث الموت من الانطباق والألتهاب الرئوي والحموضة في الدم.

قد يشفي المصاب من الأمراض السريعة السابقة ثم يتوفي بعد ذلك نتيجة للمضاعفات الرئوية والجدول التالي يبين تأثير استنشاق الكلور باختلاف تركيزه.

جدول 4-8

تأثير الكلور علي الصحة

نسبة تركيز الكلور في الهواء جزء في المليون	تأثير استنشاق الغاز
1	ظهور اعراض بسيطة عند التعرض لعدة ساعات
4-3	يشعر الانف العادي بالرائحة الخاصة
4	الحد الاقصي للتعرض بدون خطورة من نصف الي واحد ساعة
15-10	اقل تركيز يسبب الاحتقان السريع بالحلق
30	حدوث الكحة والدموع والعطس
60-40	تاثيرات خطيرة بعد حوالي نصف ساعة
100	حدوث الوفاة بعد التعرض لفترة قليلة (اقل من نصف ساعة)
1000	حدوث الوفاة خلال دقائق معدودة
المصدر المواصفات القياسية المصرية	

الحدود القصوي الخاصة بالكلور

طبقا لقانون البيئة المصري لعام 1994م والذي حدد الحدود العتبية للتعرض لتركيزات المواد الكيماوية في الهواء والتي يمكن ان يتعرض لها العاملون يوما بعد يوم دون حدوث اضرار صحية لهم وفيما يلي الحدود الخاصة بالكلور .

1 - الحدود العتبية – المتوسط الزمني 1 جزء في المليون او 3 مجم/ م3

وهي المتوسط الزمني ليوم عمل عادي (8 ساعات في اليوم) خمسة ايام في الاسبوع طوال فترة عمله دون حدوث اضرار صحية.

-2الحدود العتبية – حدود التعرض لفترة قصيرة (3جزء في المليون)

وهي الحدود التي يمكن ان يتعرض لها العاملون لفترة قصيرة

حدود التعرض لفترة قصيرة – متوسط الزمن 15 دقيقة والتي لا يجوز تجاوزها باي حال من الاحوال خلال فترة العمل , ولا يجوز ان تتجاوز فترة التعرض 15 دقيقة ولا

ان يتكرر ذلك اكثر من 4 مرات في اليوم الواحد ويجب ان تكون الفترة بين كل تعرض قصير والذي يليه 60 دقيقة علي الاقل.

3 - الحد السقفي (10جزء في المليون)

Immediately Dangerous for Life and Health IDLH

هو الحد الذي لا يمكن تجاوزه ولو للحظة . حيث ان هذه الجرعة ستؤدي الي انهيار في الجهاز التنفسي مصحوبا بالتهاب شعبي والتهاب رئوي يؤدي الي انهيار في وظائف الرئة, يمكن ان يظهر في الحال أو بعد 48 ساعة تؤدي الي الوفاة طبقا لحدود منظمة الصحة العالمية.

4-2-4 استخدامات الكلور في الصناعة وفي تطهير المياه

منذ اكثر من مائة عام مع بداية صناعة الكلور اصبح الاعتماد عليه كثير في الصناعة , كما طرأ علي تكنولوجيا التصنيع تطور هائل , خصوصا ان المواد الاولية لصناعة الكلور متوفرة بكثرة في كل مكان.

<u>اهم استخدامات الكلور في الصناعة</u>

مادة الكلور مادة كيميائية نافعة جدا, تلعب دورا حيويا في الكثير من الصناعات الأساسية فيلعب الكلور دورا هاما في الصناعات التالية علي سبيل المثال :

- صناعة الورق ولب الورق
- البتروكيماويات
- المبيدات الحشرية
- الأدوية
- تبييض الانسجة والمفروشات
- المتفجرات
- البلاستيك
- المطاط الصناعي
- سوائل التبريد
- المذيبات العضوية

وأسلم الطرق لتجنب مخاطر الكلور في المصانع التي تستخدمه كمادة أولية صناعية هي المراجعة المنتظمة لتفادي أي تسربات. و الأمونيا مادة فعالة لكشف

تسربات الكلور لأنها تنتج دخان أبيض عند تفاعلها مع الكلور . ويجب معالجة أي تسرب قبل أن يستفحل أمره كما يجب تجنب إضافة الماء على الكلور المتسرب لأن المزيج الذي ينتج من إضافة الماء للكلور يزيد من حجم التسريب.

استخدام الكلور في تطهير المياه

بدأ استخدام الكلور في تطهير مياه الشرب منذ القرن التاسع عشر للقضاء على الكائنات الحية الممرضة مثل الكوليرا والتيفود والدوسنتاريا حيث قتلت هذه الأمراض من البشر اكثر مما قتل في الحروب العالمية – علما بان اخر احصائية عن منظمة الصحة العالمية تفيد بان اكثر من 3 ملايين شخص يموتون سنويا نتيجة استخدام مياه شرب غير معالجة . لذا يبقى الكلور ومشتقاته مثل Sodium Hypochlorite و Chlorine Dioxid هو من أكثر مواد التطهير فعالية وعند إضافته إلى المياه بكميات مدروسة يقضي على الجراثيم والكائنات الدقيقة المختلفة, ويتوفر بعدة أشكال كبودرة , وكسائل وكغاز.

والجدول التالي يبين الصور الغيرعضوية المتعددة للكلور

جدول 4-9

Inorganic forms of chlorine

Acide Form	Formula	Chlorine Valance	Anionic Form	Formula
Hydrogen Chloride	HCL	-1	Chloride	CL^-
Hypochlorous acid	HOCL	+1	Hypochlorite	OCL^-
Chlorous acid	HOCLO	+3	Chlorite	CLO_2^-
Chloric acid	$HCLO_3$	+5	Chlorate	CLO_3^-
Perchloric acid	$HCLO_4$	+7	Perchlorate	CLO_4^-
Other Forms				
Chlorine	Cl_2	0		
Dichlorinemonoxide	Cl_2O	+1		
Monochloramine	H_2NCl	+1		
Dichloramine	$HNCl_2$	+1		
Trichloramine	NCl_3	+1		
Chlorine Dioxide	CLO_2	+4		

4-2-5 الاثر البيولوجي والكيمائي للكلور في الماء

أولا الاثر البيولوجي

يقضي الكلور علي كثير من الأنواع البكتيرية , حيث يقضي علي بكتريا الكوليفورم والبكتريا المسببة للأمراض والكائنات الحية الدقيقة.

ويبني التطهير بالكلور لمياه الصرف المعالجة علي اساس الحصول علي كمية محددة من الكلور المتبقي بعد تمام المعالجة للتاكد من صلاحية المياه الناتجة للأستخدام فيما بعد لاغراض شتي دون حدوث تلوث للتربة أو المياه الجوفية أو المسطحات المائية التي تصرف عليها تلك المياه.

ويمكن تحديد فعالية التطهير باختبار وجود بكتريا الكوليفورم , فان وجدت في الاختبار دل ذلك علي وجود بكتريا وكائنات دقيقة اخري ممرضة وضارة حيث ان للكوليفورم مقاومة للتطهير بالكلور, واذا لم توجد بكتريا الكليفورم دل ذلك علي عدم وجود كثير من البكتريا الممرضة وفاعلية عملية التطهير.

ثانيا الاثر الكيميائي للكلور

الكلورعامل مؤكسد قوي فهو يؤكسد الحديد والمنجنيز ومركبات الكبريت ويتحد مع الأمونيا مكونا الكلورامين , ومع النتروجين العضوي مكونا الكلورامين العضوي ويكون مركبات الكلور الاخري.

العوامل التي تحدد فاعلية الكلور في التطهير وقتل البكتريا

هناك الكثير من العوامل التي تحدد فاعلية الكلور في قتل البكتريا وهي كالاتي -:

1- درجة تركيز الأيون الهيدروجيني.

2- قلوية وحامضية الماء.

3- درجة الحرارة.

4- مدة التفاعل بين الكلور والماء.

5- نوع وعدد البكتريا المراد القضاء عليها.

6- وجود المركبات النتروجينية في الماء.

7- وجود الحديد والمنجنيز.

8- عكارة الماء.

9- طريقة اضافة الكلور.

10- جرعة الكلور.

1 - درجة تركيز الأيون الهيدروجيني Hydrogen Ion Concentration

المياه ذات التركيز الهيدروجيني المنخفض تلزمها جرعات كلور أقل من المياه ذات التركيز الهيدروجيني المرتفع للحصول علي نفس درجة وكفاءة التطهير.

وقد دلت التجارب المعملية علي زيادة فاعلية الكلور فى تطهير وتعقيم المياه التى يقل فيها درجة تركيز الأس الهيدروجينى " pH " عن 7.2 وتقل فاعليتة إذا كانت الـ " pH " أكثر من 7.6.

2 - قلوية وحامضية الماء Alkalinity and Acidity

وجود املاح الكربونات والبيكربونات في المياه هي غالبا المحددة لقلوية المياه , تقل فاعلية الكلور في قتل البكتريا بزيادة قلوية المياه وذلك لان تكوين المركبات التي تقتل البكتريا تقل مع زيادة القلوية ويلزم جرعات كلور عالية كلما ارتفعت قلوية المياه.

3 - وجود المركبات النتروجينية (الازوتية) في المياه

المركبات النتروجينية لديها ميل لتفاعل مع الكلور وخاصة الأمونيا ومن ثم فان وجود هذه المركبات في المياه يؤدي الي إضعاف فاعلية الكلور في قتل البكتريا لاستهلاك جزء منه في التفاعل مع تلك المركبات , ولهذا يلزم اضافة جرعات أكبر أو اطالة وقت التفاعل بين الكلور والمياه ويجب عمل تحليل مسبق للمياه لمعرفة تركيز ونسبة الأمونيا والمركبات النتروجينية الاخري في مياه الصرف لتحديد جرعات الكلور المناسبة.

والكلورامينات الناتجة عن اتحاد الكلور مع الأمونيا لها قدرة أقل في إبادة الجرائيم عن الكلور الحر الموجود في المياه.

4 - مدة التفاعل بين الكلور والماء

اذ تزيد فاعلية الكلور كلما طاالت هذه المدة وذلك لتعرض المياه لأكبر فترة ممكنة من الكلور بما فيها من بكتريا , وايضا لاختلاف مقاومة الأنواع المختلفة من البكتريا لتأثير الكلور عليها فقد وجد ان انسب فترة تلامس بين البكتريا والكلور هي ثلاثون دقيقة منذ بدء اضافة الكلور.

والجدول التالي يبين زمن التطهير بالكلور لانواع مختلفة من الكائنات الممرضة

والماء المعالج بالكلور يحتوي علي تركيز للكلور 1 مجم /لتر عند رقم هيدروجيني 7 ودرجة حرارة 25 مئوية .

جدول 4-10

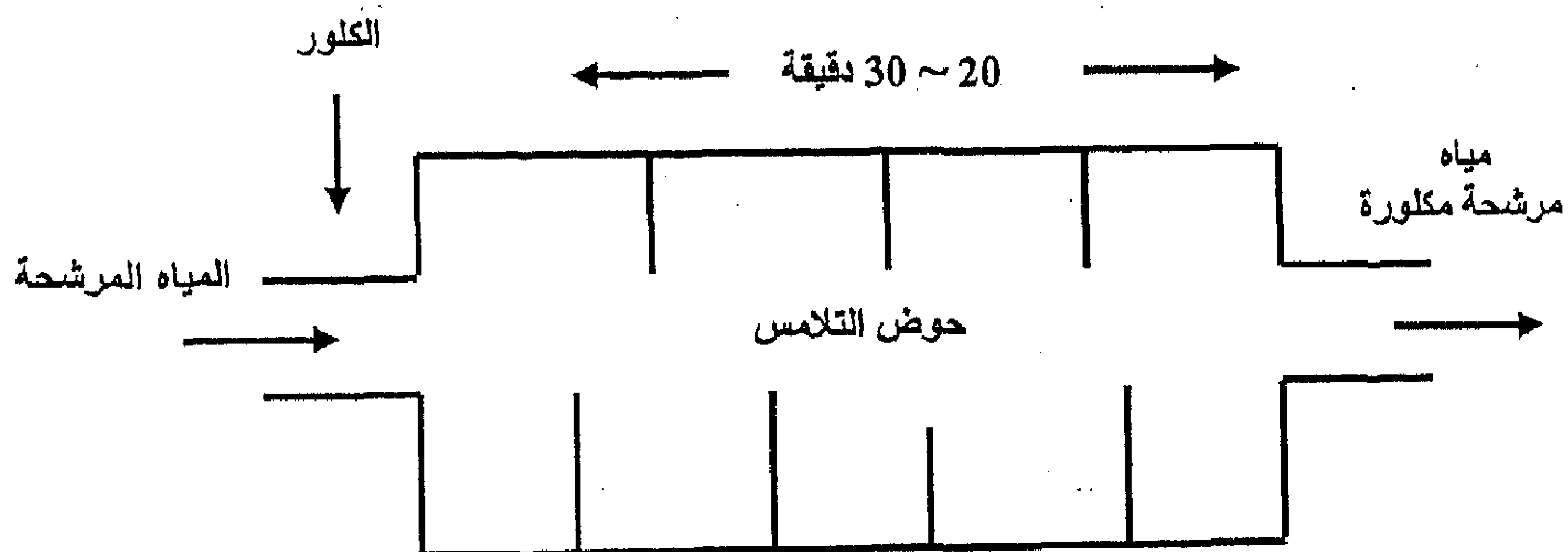
زمن التطهير بالكلور لانواع مختلفة من الكائنات الممرضة

زمن التطهير للكائنات الممرضة البرازية بالماء المكلور	
الايشيريشيا كولاي H70157	أقل من دقيقة
فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي أ	حوالي 16 دقيقة
حويصلات الجيارديا	حوالي 45 دقيقة
الكريبتوسبوريديوم	حوالي 6 ايام

وهناك عامل هام اخر يؤثر علي مدة التفاعل بين الكلور والماء وهـو إنتـشار الكلور وتوزعه داخل جميع أجزاء المياه المراد تطهيرها , فكلما زاد الانتشار والتوزع داخل الماء وكان الانتشار جيدا كلما كانت فاعلية الكلور اكبر في التطهير.

5 - درجة حرارة المياه

تقل جرعة الكلور بارتفاع درجة الحرارة للحصول علي نفس كفاءة التطهير , اذا يمتزج الكلور جيدا مع الماء بارتفاع درجة الحرارة.



شكل 4-3 يبين حوض التلامس للكلور

6 - وجود مركبات الحديد والمنجنيز

الكلور عامل مؤكسد قوي وبذلك فهو يتفاعل مع الحديد ومركباته بسهولة , ولذلك فوجود الحديد والمنجنيز في المياه يحد من فاعلية الكلور في قتل البكتريا لاسـتهلاك جزء منه في التفاعل مع الحديد والمنجنيز.

فيتفاعل الحديدوز مع الكلور ليتحول إلى حديديك وبالتالى يستهلك كميات من الكلور المضاف لتعقيم المياه وبالتالى تقل فاعلية الكلور فى تعقيم المياه . إذا كانت نسبة الحديد حوالى 1 جزء فى المليون أو أكثر فأن المياه تعطى قراءة خاطئة لقيمة الكلور المتبقي فى إختبار الأرثوتوليدين .ولتصويب القراءات الخاطئة السابق ذكرها يستعمل إختيار الأرثوتوليدين – الأرسينيت (Orthotolidine - Arsenite) لتقدير الكلور الحر المتبقى بدقة.

7 - نوع وعدد البكتريا المراد القضاء عليها

لكل نوع معين من الميكروبات مقاومة معينة لمركبات التطهير ومنها الكلور , فالبكتريا الخضرية، والسالبة لصبغة جرام، شديدة الحساسية للكلور، بينما البكتريا المتجرثمة، والجراثيم الحرة، والبكتريا الموجبة لصبغة جرام، والبكتريا المقاومة للأحماض، والبروتوزوا المتحوصلة، مقاومة لتركيزات الكلور المستعملة عادة.

ولذا يجب عمل اختبار ميكروبيولوجي للمياه لمعرفة الأنواع الموجودة ودرجة مقاومتها للكلور ,كما ان لعدد البكتريا الموجودة في الماء تاثير علي جرعة الكلور المراد اضافتها فكلما زاد العدد زادت الجرعة المضافة المطلوبة.

8 - عكارة الماء

عادة المواد العالقة دقيقة الحجم والجسيمات الصغيرة جدا هي المسبب الرئيسي لعكارة المياه , وكلما زادت العكارة زادت جرعة الكلور اللازمة اذا تحتمي الميكروبات بالمواد المسببة للعكارة من تاثير الكلور , لهذا يجب الا تزيد العكارة عن خمس درجات بمقياس وحدة النيوفلومتري NTU لتحقيق فعالية جيدة للتطهير بالكلور.

9 - طريقة اضافة الكلور

الكلور يمكن اضافته كغاز أو محلول من الصوديوم هيبوكلوريت او مسحوق مثل الكالسيوم هيبوكلوريت , وقد وجد ان اضافته كغاز اكثر فاعلية من اضافته كمحلول والمحلول اكثر فاعلية من اضافته كمسحوق لاحد مركباته , وهذا كله يتحدد بمدي ذوبانية غازالكلور أو ذوبانية المحلول او المسحوق في المياه .

ويجب ان تتم عملية اضافة الكلور بطريقة منتظمة ومستقرة دون إنقطاع لان ذلك يزيد من فاعلية الكلور في التطهير.

وفي محطات الصرف الكبيرة يستخدم الكلور كغاز نظرا لفاعليته وايضا لسهولة اسالته وضغطه في اسطوانات كبيرة الحجم يمكن أستخدامها في تلك المحطات , أما

في وحدات المعالجة الصغيرة فيستخدم مركبات الكلور الاخري من المحاليل والمساحيق لسهولة أستخدامها ولقلة الكميات المستخدمة في التطهير .

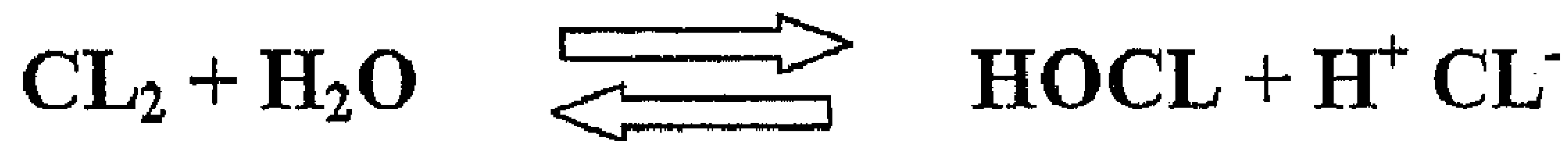
ولكن لابد من الاخذ في الاعتبار ان اضافته كغاز له كثير من المحاذير والاشتراطات الامان والسلامة نظرا لخطورة انتشار الغاز في الهواء ودرجة سميته .

10 - جرعة الكلور Chlorine Dose

من المسلم به انه بزيادة جرعة الكلور يزداد فاعليته في القضاء علي البكتريا وذلك عند ثبات مدة التلامس وبزيادة لجرعة يمكن تقليل فترة التلامس قليلا لنحصل علي درجة مناسبة من الفاعلية في القضاء علي الميكروبات.

تفاعلات الكلور مع الماء

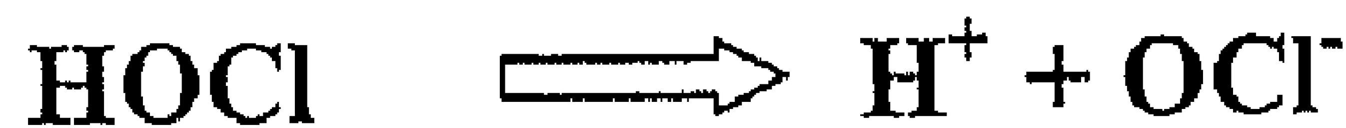
عند اضافة الكلور الي ماء نظيف كيميائيا (ليس به مواد عضوية او غير عضوية) فانه يكون محلولا من حمض الهيبوكلورس وحمض الهيدروكلوريك.



$$CL_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCL + H^+ CL^-$$

تتوقف قوة الأكسدة للكلور وقدرته علي التطهير علي تكون حامض الهيبوكلورس, وقد يتأين حامض الهيبوكلورس الي الهيدروجين وأيون الهيبوكلوريت وهذا التفاعل عكسي وتتوقف درجة التأين علي الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة

وقد يتأين حامض الهيبوكلورس هو الاخر ليعطي أيون هيدروجين وأيون هيبوكلوريت .



$$HOCl \Longrightarrow H^+ + OCl^-$$

وكمية كلا من أيون الهيبوكلوريت وحمض الهيبوكلورس في الماء يعطي الكلور المتبقي المتاح الا ان تركيز كل منهما في الماء بالنسبة للاخر يتوقف علي قيمة الاس الهيدروجيني حيث يزداد الحمض بازدياد القيمة وفي المقابل يقل الايون والعكس صحيح , ويعتبر مدي انتشار وتوزيع كل من العنصرين في المياه هام جدا لان كفاءة التطهير والقتل لحمض الهيبوكلورس أكبر من 40 الي 80 مرة من أيون الهيبوكلوريت , لذا فانه من الهام جدا الحصول علي أكبر نسبة من حمض الهيبوكلورس في المياه عند التطهير بالكلور عن طريق ظبط قيمة الآس الهيدروجيني والتحكم في درجة الحرارة.

والشكل التالي يبين توزيع حمض الهيبوكلورس وايون الهيبوكلوريت عند قيم مختلفة للاس الهيدروجيني.

شكل4-4 رسم بياني يبين توزيع حمض الهيبوكلورس وايون الهيبوكلوريت عند قيم مختلفة للاس الهيدروجيني

والكلور الحر يمكن اضافته للماء من أملاح الهيبوكلوريت الصوديوم والكالسيوم



$$Ca(OCl)2 + 2H2O \longrightarrow 2HOCl + Ca(OH)2$$



$$NaOCl + H2O \longrightarrow HOCl + NaOH$$

والهيبوكلوريت المتولد من تفاعل الكلور مع الماء أو الذي يضاف للماء يمكن لهذا الهيبوكلوريت ان يتحلل مائيا مكون حمض الهيدروكلوريك وينطلق أكسجين نشط

مؤكسد قوي يرتبط بمجاميع السلفاهيدريل بالانزيمات ويحولها الي مركبات غير نشطة فتموت البكتريا , وأيونات الهيبوكلوريت نفسها لها قدرة علي الارتباط بالبروتينات الخلوية مسببة وقف نمو وموت الخلايا البكتريا.

الكلورين المستهلك والمتبقي

الكلورين المستهلك Chlorine Demand

عندما يضاف الكلور الي الماء فان جزء منه يتفاعل مع المركبات الموجودة في المياه , وهذا الجزء يعرف بالكلور المستهلك ,وتتوقف كمية الكلور المستهلك علي كثير من العوامل المذكورة سابقا ولكن كمية وتركيز وطبيعة المركبات الموجودة في المياه هي المحددة لكمية الكلور المستهلك .

الكلور المتبقي Chlorine Residual

بعد تفاعل مع المركبات الموجودة في المياه يتبقي جزء اخر في المياه يعرف بالكلور المتبقي وتتوقف كمية الكلور المتبقي في المياه علي العوامل الأتية :

ا- درجة الحرارة .

ب- الوقت الذي مر بعد اضافة الكلور .

ج - كمية الكيماويات والشوائب الموجودة في المياه .

د- جرعة الكلور .

الكلور المتبقي = الكلور المتبقي الحر + الكلور المتبقي المتحد

الكلور المتبقي الحر Free Residual Chlorine

وهو الكلور الذي يوجد في المياه علي صورة حرة علي هيئة حمض الهيبوكلورس والذي ينتج من تفاعل الكلور مع الماء .

الكلور المتبقي المتحد Combined Residual Chlorine

وهو الكلور الذي يوجد في الماء علي هيئة مركبات للكلور مع الأمونيا التي توجد اصلا في الماء أو تضاف الي الماء قبل اضافة الكلور.

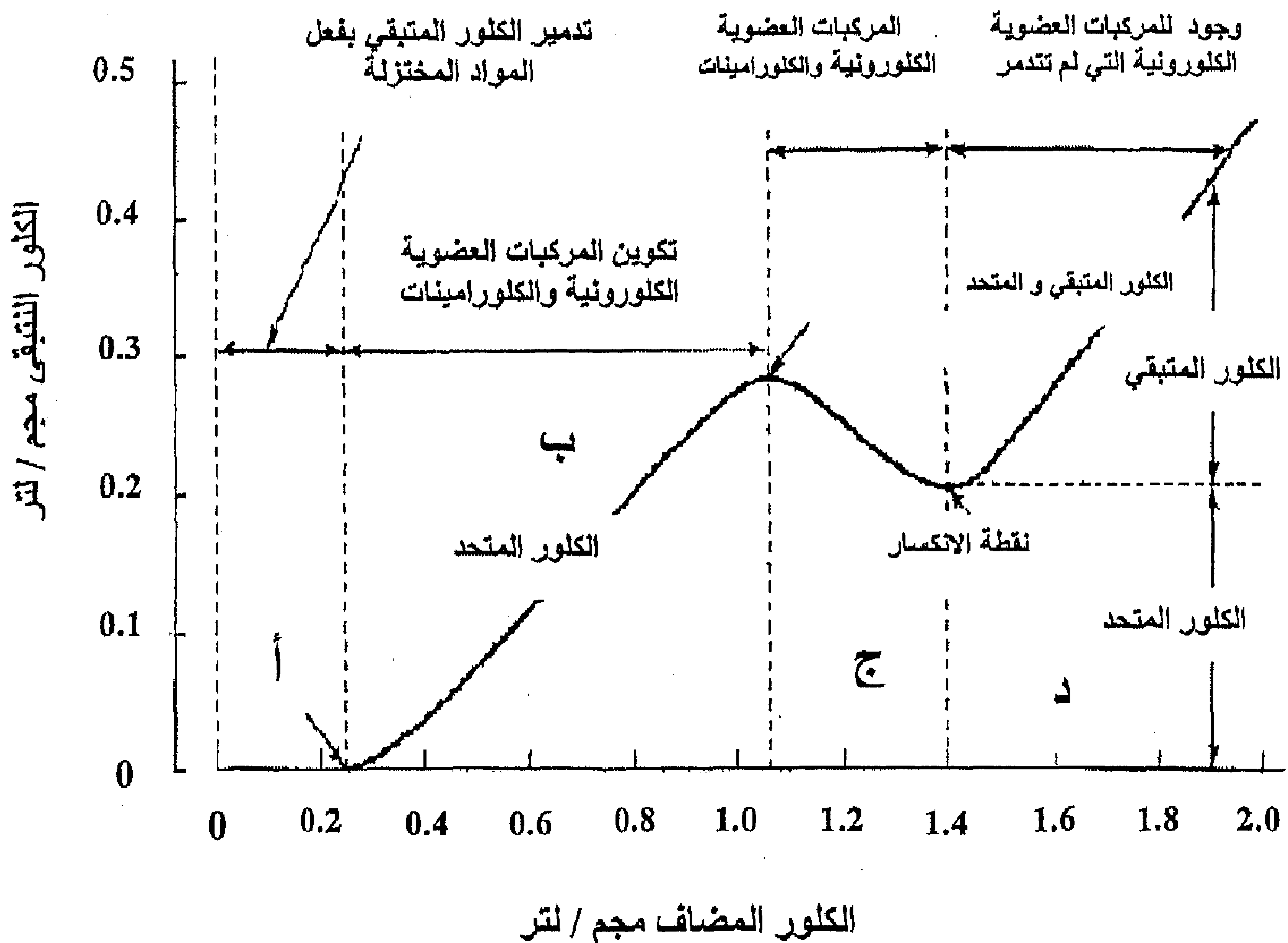
الكلور المتبقي المتحد له قدرة أكسدة اقل من الكلور المتبقي الحر وكذلك قدرة اقل في التطهير وقتل الكائنات الحية الدقيقة , حيث يلزم ما يعادل 25 ضعف من الكلور المتبقي المتحد للحصول علي نفس النتيجة تحت الظروف المتساوية من الحرارة

والرقم الهيدروجيني وزمن التلامس والمكث .

الكلور الحر المتبقي ونقطة الانكسار

يعتمد مفهوم الكلور الحر المتبقى بالمياه على إضافة كميات من الكلور كافية لأكسدة كل المواد العضوية ، الحديد ، المنجنيز والمواد المختزلة الأخرى الموجودة بالمياه المعالجة حتى يكون الكلور المتبقى حرا غير متحد بأى من المواد الموجودة بالمياه أو مكونا الكلورامين . ومن المعلوم أن الكلور المتحد والكلورامين أقل كفاءة فى تعقيم المياه من الكلور الحر.

ويمكن التوصل إلى الكلور الحر باضافه الكلور بكميات زائدة إلى أن يظهر الكلور الحر ويتم الكشف عليه بطريقة (الأرثوتوليدين الارسنيت) . ونقطة الانكسار هى النقطة التى يلاحظ فيها انخفاض مفاجىء فى نسبه الكلور المتبقى نتيجة لتفاعل الكلور مع الأمونيا بالمياه والتى تؤدى إلى أكسدة كل الأمونيا الموجوده بالمياه وبالتالى يظهر الكلور الحر تدريجيا ليحل محل الكلور المتحد والكلورامين والمنحنى التالى يبين كيفية تكوين نقطة الانكسار:



شكل4-5 رسم بياني يبين تكوين نقطة الانكسار

وينقسم هذا الرسم البيانى إلى 4 أجزاء (أ، ب ، ج ، د) -:

الجزء (أ) :

- كمية الكلور المضافة صفر – 0.15 جزء فى المليون 0
- يؤكسد الكلور المضاف المواد العضوية بالمياه .
- لا يتبقى كلور متبقى بالمياه .
- لا يتم أى تعقيم للمياه فى هذه المرحلة .

الجزء (ب) :

- كمية الكلور المضافة تتراوح ما بين 0.12 – 1.1 جزء فى المليون (كمية متوسطة)
- يكون الكلور مركبات كلور عضوية ويتحد مع النشادر مكونا الكلورامين " وهما يكونان الكلور المتحد " والذى يزداد مع اضافة الكلور بكميات اكثر 0
- يمكن الكشف عن الكلور المتحد بطريقه الارثوتوليدين 0
- تعتبر هذه المنطقة أولى مراحل تعقيم المياه وتتراوح نسبة الكلور المتبقى ما بين 0.1 – 0.2 جزء فى المليون (سواء كان الكلور متحدا أو حرآ)

الجزء (ج) :

- كمية الكلور المضافة ما بين 1.1 – 1.4 جزء فى المليون .
- وهى تمثل نقطة الانكسار حيث تقل نسبة الكلور المتبقى فجأة نتيجة استهلاكه فى أكسدة مركبات الكلور العضوية والكلورامين .
- كلما زادت كمية الكلور المضاف تزيد سرعة أكسدة الكلورامين ومركبات الكلور العضوية وتنخفض نسبة الكلور المتبقى بالمياه لاستهلاك معظم الكلور فى عملية الأكسدة .

الجزء (د)

- يمثل الوضع بعد إنتهاء التفاعلات فى المرحلة ج وبالتالى فأن أى إضافات

مستجدة للكلور ستظهر على شكل كلور حر 0

- ❖ وتزيد نسبة الكلور الحر المتبقى كلما زادت كمية الكلور المضاف للمياه .
- ❖ وأحياناً نسبة ضئيلة من الكلور المتحد تظل باقية فى المياه نتيجة لعدم آكسدة المركبات كلها .

وبالتالى فأن الهدف من طريقة التعقيم بطريقة الكلور الحر المتبقى هو إضافة كميات كافية من الكلور للحصول على كلور حر متبقى فى المياه . والمياه الممثلة فى الرسم البيانى إضيفت اليها 0.8 جزء فى المليون كلور للحصول على 0.2 جزء فى المليون كلور حر متبقى بالمقارنه إلى إضافة 0.53 جزء فى المليون كلور فقط للحصول على 0.2 جزء فى المليون كلور متحد الذى هو أقل فاعليه فى تعقيم المياه من الكلور الحر

- ❖ وأستخدام طريقة نقطة الإنكسار فى تعقيم مياه الشرب يؤدى إلى التخلص من جميع مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية – بما فيها فيروس التهاب الكبدى (أ) – والطفيلية بما فيها بويضات الأسكارس وحويصلات الأميبا – بشرط ان يكون هناك فترة تلامس بين المياه المرشحة والكلور الحر لا تقل عن 30 دقيقة ولا يقل الكلور الحر المتبقى عن 0.2 جزء فى المليون بالشبكات .

4-2-6 مميزات ونقائص التطهير بالكلور

<u>مميزات التطهير بالكلور</u>

تتميزعملية تطهير مياه الشرب ومياه الصرف بالكلور بالعديد من المميزات والتي نلخصها في النقاط الاتية :

- الكلورة تكنولوجيا جيدة للتطهير والتعقيم وسهلة الانشاء .
- الكلور في الحاضر من اقل النظم تكلفة اذ انه ارخص في التكلفة من التطهير بالأوزون والأشعة فوق البنفسجية .
- الكلور المتبقي الموجود في المياه يمكنه ان يمتد مفعوله التطهيري لمدة مناسبة ويمكن قياسه وتقييم فعاليته وكفاءته.
- الكلور مادة تطهيرة موثوق فيها لتطهير مدي واسع من الكائنات الدقيقة الممرضة .

- الكلور مؤكسد جيد لكثير من المواد العضوية وغير العضوية .
- الكلورة عملية مرنة يسهل التحكم والسيطرة علي جرعاتها .
- الكلور يخلص الماء من الروائح الغير مرغوب فيها بالاضافة الي تطهير الماء.
- قد يساعد في التخثير والترشيح لجسيمات الملوثات.
- يساعد في إزالة اللون
- يؤكسد أملاح الحديد والمنجنيز والكبريتيد الذائبة.

نقائص التطهير بالكلور

- الكلور المتبقي حتي عند التركيزات المنخفضة سام لكثير من الكائنات المائية ويحتاج الي عملية إزالة الكلورة .
- كل صور الكلور مواد اكالة وسامة ولهذا عمليات التخزين والنقل والتداول تحتوي علي مخاطر عديدة وتحتاج لزيادة اجراءات السلامة والامان عند التعامل معه.
- الكلور يؤكسد انواع معينة من المواد العضوية داخل مياه الصرف مخلفا كثير من المواد الضارة (مثل مركبات التراي هالوميثانات THMs)
- مستويات الأملاح الكلية الذائبة تزيد في المياه المعالجة الخارجة من وحدات معالجة مياه الصرف .
- مستويات الكلوريد في مياه الصرف تزيد باستخدام الكلور في التطهير .
- الكلور المتبقي غير ثابت في وجود المركبات المستهلكة للكلور ولهذا قد يحتاج جرعات عالية لتحقيق درجة التطهير المطلوبة.
- بعض الطفيليات تظهر مقاومة عالية للجرعات المنخفضة من الكلور مثل حويصلات الكريبتوبيوريديوم والجيارديا لامبيا وبويضلت بعض الديدان .
- قد يتسبب الكلور في إفساد التخثير/الترشيح للمواد العضوية الذائبة.
- قد يحتاج غاز الكلور إلى معدات خاصة لاحتواء التسرب وإزالته.

4-2-7 اماكن اضافة جرعة الكلور لمياه الصرف

قد تختلف اماكن اضافة الكلور داخل مشاريع معالجة مياه الصرف طبقا لظروف معينة اهمها خصائص وطبيعة مياه الصرف المراد معالجتها بالكلور سواء للتطهير او لاغراض اخري مثل ازالة الالوان او الروائح الكريهة. ومن اهم الاماكن التي يضاف فيها الكلور في وحدات معالجة مياه الصرف الاتي :

- يمكن اضافة جرعة الكلور بصفة مؤقتة وبجرعة دقيقة محسوبة في الاماكن التي تزداد فيها الروائح الكريهة في شبكة المجاري حيث يتفاعل الكلور مع الغازات مثل كبريتيد الهيدروجين ويقلل من تاثيره في تأكل الشبكة.
- يمكن اضافة جرعات من الكلور في مدخل المعالجة للتخلص من البكتريا اللاهوائية وقتلها لاعطاء فرصة لنشاط ونمو البكتريا الهوائية بعد مرحلة التهوية الاولية.

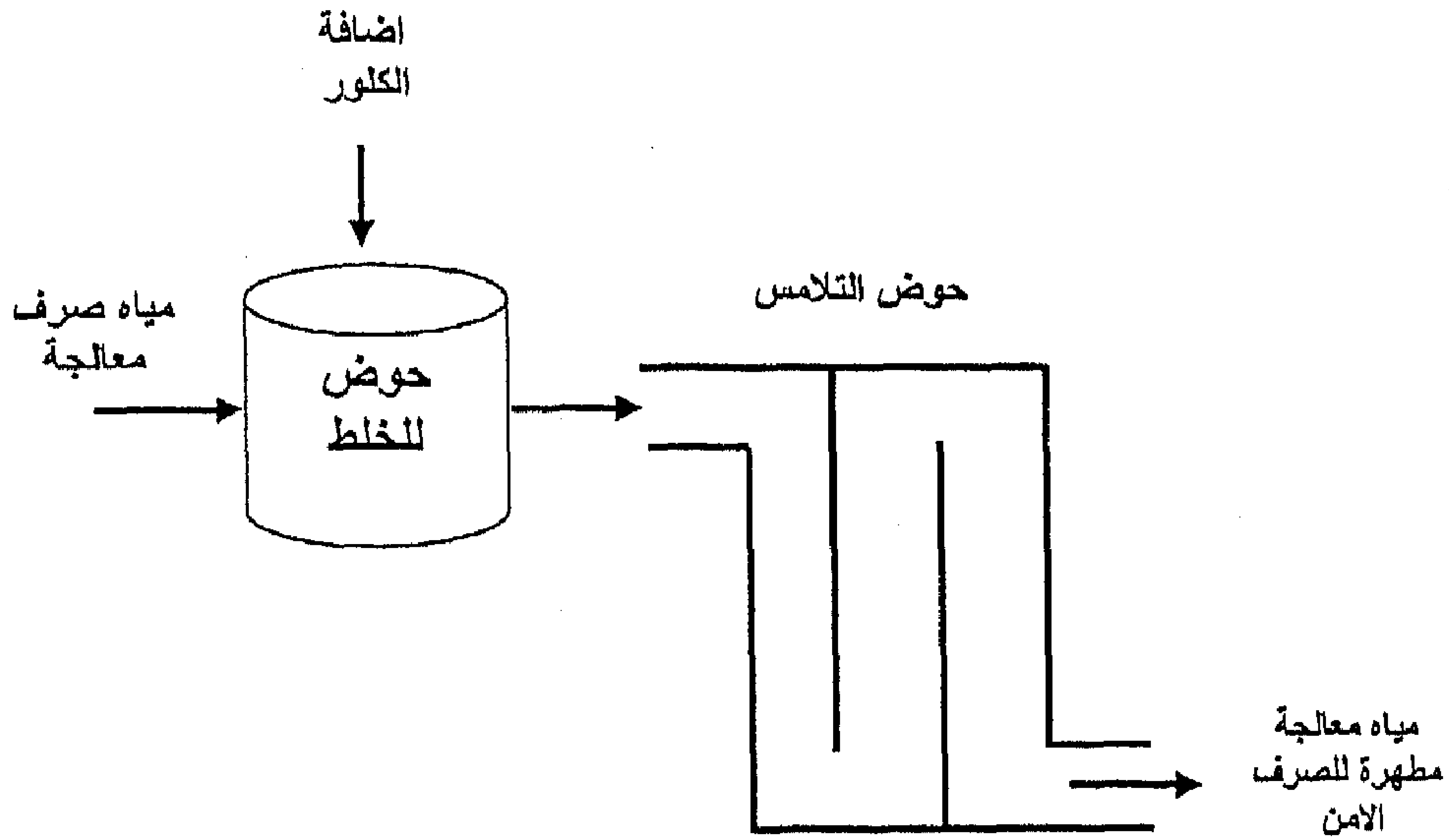
ويجب ان تكون هذه الحرعات مقننة ودقيقة وذلك لان الجرعات الزائدة يمكن ان تقتل ايضا البكتريا الهوائية اللازمة لعملية المعالجة البيولوجية , حيث ان الجرعات الزائدة تترك كلورا متبقيا يمكنه قتل البكتريا الهوائية.

- قد يضاف الكلور في مراحل المعالجة المختلفة للتخلص من بعض الكائنات الدقيقة الغير مرغوب فيها في عملية المعالجة البيولوجية مثل مشاكل الكائنات الخيطية والتي قد تكون بتركيزات كبيرة جدا يلزم اضافة الكلور للتخلص منها.

وايضا اضافة الكلور لتقليل تأثير مياه المجاري علي وحدات واجهزة المعالجة ولمعالجة الحمأة المتعفنة والغير قابلة للترسيب في المروقات الثانوية , وايضا لقتل يرقات الذباب التي تتوالد في بعض مراحل المعالجة.

- يجب اضافة الكلور الي المياه المعالجة في المرحلة الاخيرة قبل صرفها الي المسطحات المائية مثل المصارف والأنهار, ويجب مراقبة الكلور الزائد المتبقي والحفاظ علي تركيزه في حدود 0.5 جزء من المليون.

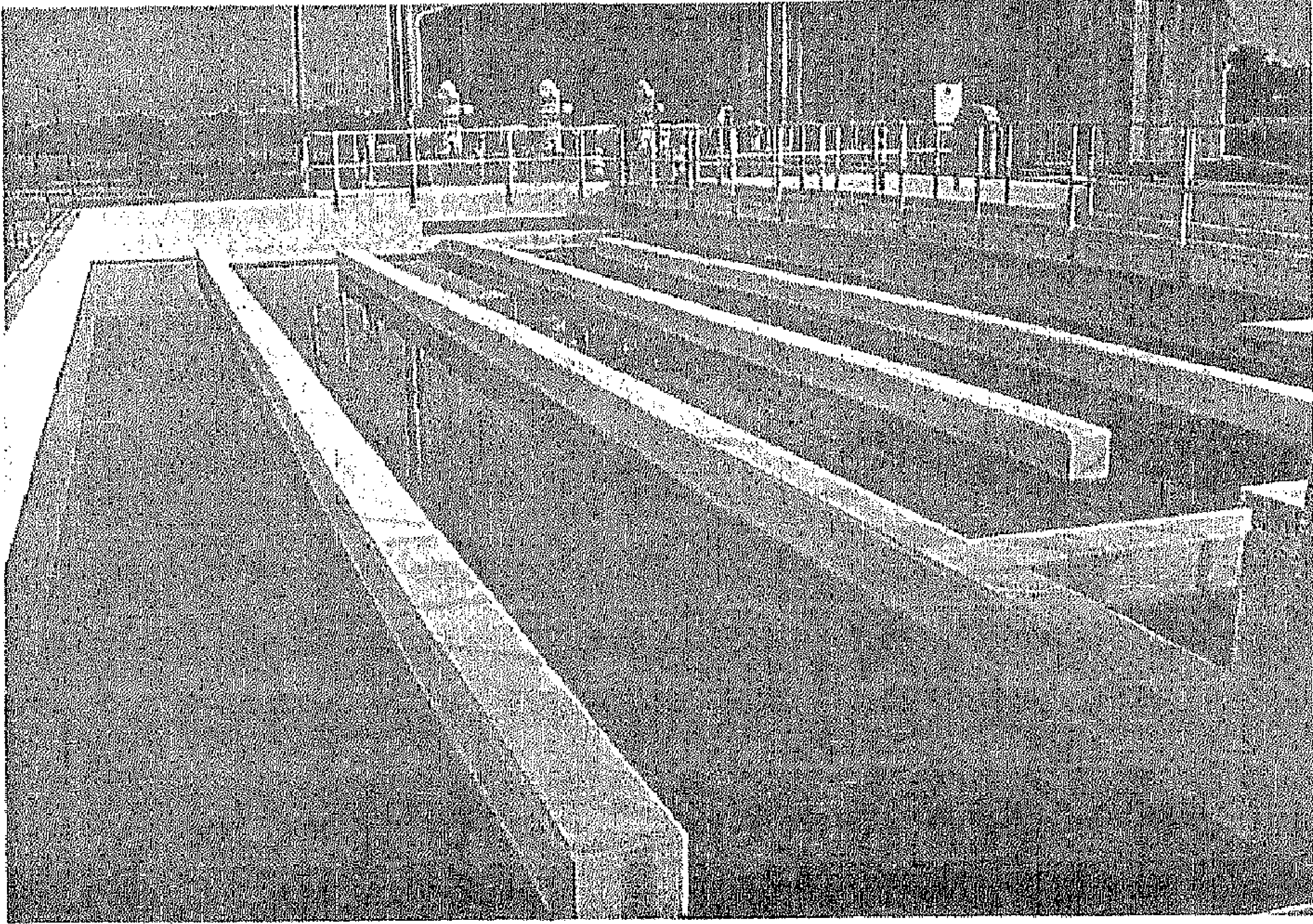
والشكل التالي هو لوحدة تطهير بالكلور تستخدم لتطهير المياه المعالجة الناتجة عن محطات معالجة مياه الصرف .



شكل4-6- رسم تخطيطي لوحدة تطهير بالكلور(وحدة كلورة)

ويتضح من شكل وحدة التطهير انها تتكون من

1. نقطة ضخ واضافة الكلور الي مياه الصرف .
2. حوض الخلط حيث يلتقي الكلور مع مياه الصرف ويتم خلطهما في هذا الحوض.
3. حوض التلامس اوغرفة تلامس الكلور وفيها يحدث تلامس للكلور مع مياه الصرف لمدة تتراوح بين 20 الي 30 دقيقة, تخرج بعدها المياه وقد تم تطهيرها .
4. نقطة صرف المياه المعالجة المطهرة (المكلورة).



صورة لاحد احواض التلامس المستخدم للتطهير بالكلور في مياه الصرف

حساب كمية الكلور المطلوبة

مثال 1

أحسب كمية الكلور اللازمة لمعالجة معدل انسياب مقداره 300.000 متر مكعب في اليوم والجرعة المطلوبة 10 مجم / لتر من غاز الكلور .؟

10مجم /لتر = 10 جم / 1000 لتر = 0.01 كيلو جرام / متر مكعب

الجرعة المطلوبة = 0.01 × 300000= 3000 كيلو جرام في اليوم من غاز الكلور.

مثال 2

أحسب جرعة الكلور المستهلكة اذا كان وزن الكلور المستهلك في اليوم بلغ 3000 كيلو جرام ومعدل تصرف المياه من المحطة 200000 متر مكعب في اليوم ؟

3000 كيلوجرام = 3000000 جرام = 3000.000.000 مليجرام

متر مكعب = 1000 لتر

الجرعة = 3000.000.000/ 200.000.000

= 15 مجم / لتر

مثال 3

اعطي عداد قراءة الكلور المتبقي قراءة تقدر ب 0.7 مجم /لتر وعدد قياس التدفق اعطي 0.01 م^3 / ثانية , لو اردنا كلور متبقي يقدر ل 0.5 مجم /لتر أحسب جرعة الكلور المطلوبة لتدفق مياه المخرج ؟.

الحل

تدفق الماء 0.01 م^3 / ثانية = 0.01 x 60x60x 24 = 864 م^3 / يوم

864 x 1000 = كجم = 864000 كجم /يوم

بما ان الكلور المطلوب هو 0.5 مجم / لتر فان الجرعة الكلية = 0.7 + 0.5 = 1.2مجم /لتر.

الجرعة المطلوبة = 864 x 1.2 = 1036.8 جرام / يوم = 1.0368 كجم / يوم

4-3 **التطهير بالأوزون**

استخدم الأوزون في معالجة مياه الشرب في هولندا عام 1983م. ومع أن الأوزون شائع الاستخدام في أوروبا لتطهير وأكسدة مياه الشرب، إلا أن نقل استخدامه إلى الولايات المتحدة استغرق وقتا طويلا. ففي عام 1987 بدأت محطة الترشيح في لوس انجلس بالعمل. وفي عام 1991 م أصبح عدد محطات معالجة المياه التي تستخدم الأوزون في الولايات المتحدة الامريكية اكثر من 40محطة تخدم أكثر من 10.000 شخص (Langlais et al 1991).

يستخدم الأوزون في معالجة المياه للتطهير والأكسدة وأول ما استخدم الأوزون في الولايات المتحدة كان لأغراض غير التطهير، مثل إزالة اللون أو ضبط الطعم والرائحة. إلا انه ومنذ تطبيق قانون معالجة المياه السطحية واقتراح قانون النواتج الجانبية لعملية التطهيرازداد استخدام الأوزون لأغراض التطهيرالأولي في الولايات المتحدة.

الأوزون غاز عديم اللون نفاذ الرائحة وهو يتكون من اتحاد 3 ذرات من الأكسجين وهذا الغاز سام للإنسان والحيوان والنبات على السواء ، وهو اكثر سمية من مركبات السيانيد والاستركينين وأكسيد الكربون ومن لطف الله بعباده انه لا يوجد عادة عند سطح الأرض بتركيزات مسببة للضرر بيد أن التلوث الناجم عن حركة مرور السيارات في المدن المزدحمة يؤدي إلى زيادة تركيزه وتتراوح نسبته في المناطق

الخالية بين0.002 و0.03 جزء في المليون في المدن الصناعية المزدحمـــة بالآليـــات والسيارات.

4-3-1 كيمياء الأوزون

يوجد الأوزون آغاز على درجة حرارة الغرفة. وهو غاز لا لون له ورائحته نفاذة يمكن تمييزها على تراكيزمنخفضة تساوي 0.02 إلى 0.05 جزء بالمليون (بـــالحجم) وهي أقل من المستويات التي تضر بالصحة. وغاز الأوزون أكال لدرجة كبيرة، وهو غازسام.

الأوزون عامل مؤكسد قوي، يأتي بعد جذر الهيدروجين الحر، وبين الكيماويـــات المستخدمة عادة في معالجة المياه. لذلك فهو قادر على أكسدة عدد من المواد العضوية وغير العضوية في الماء. وهذه التفاعلات مع المركبات العضوية وغيـــر العـــضوية تتسبب في حاجة الماء المعالج للأوزون، والتي يجب تلبيتها خلال الأوزنة قبل أن تنتج كمية متبقية يمكن قياسها.الجدول التالي يبين الخصائص الكيميائية والفيزيائية للاوزون

جدول 4-11

خواص الأوزون

• Molecular formula	O_3
• Principal characteristic	oxidising gas
• Molecular weight	48,0
• Concentration	up to 18% by weight in oxygen
• Boiling point	-111,9 °C
• Melting point	-192,7 °C
• Critical temperature	-12,1°C
• Critical pressure	54,6 atm.
• Density	2,14 kg O_3/m^3 @ 0°C 1013mbar
• Relative density (to air)	1,7
• Solubility in water	3 ppm at 20 °C
• Heat offormation	144.7 kJ/mole
• Bondangle	116°
• Electrochemicalpotential	-2,07 V
	not applicable

- Flash point — not applicable
- Auto ignition temperature — non-flammable, but vigorously supports combustion
- Flammability
- Hazardous decomposition products — none

4-3-2 ميكانيكية عمل الأوزون

في الاوساط المائية فان الأوزون ينتج شقوق حرة تعمل علي تثبيط وقتل الكائنات الحية الدقيقة , فيؤثر الأوزون علي النفاذية, النشاط الانزيمي , والحمض النووي DNA للخلايا البكتيرية,(Ishizaki et al., 1987).وتعـد القواعـد النتروجينيـة فـي ال DNA الجوانين أو الثايمين أو كلاهما احد الاهداف التي يعمـل عليهـا الأوزون . ودلـت الدراسات التي اجريت علي فيروسـات شـلل الاطفـال ان الأوزون يثـبط ويقتـل الفيروسات عن طريق اتلاف قلب الاحماض النووية .الغطـاء البروتينـي للفيـروس ايضا يتأثر ولكن بدرجة اقل لا تؤثر علي ادمصاص الفيروس علي سطح خلية العائل .بالنسبة لفيروسات الروتا فان الأوزون يؤثر علي كل من المادة الوراثيـة والغطـاء البروتيني للفيروس.الأوزون لا يبدو ان يحدث تلف للحمض النـووي DNA لابـواغ البكتريا ولكنه يؤثر بفاعلية علي الغشاء الداخلي للابواغ .(Young and Setlow, 2004).

4- 3-3 تطهير مياه الشرب والصرف بالأوزون

نظرا للفعالية العالية للاوزون في إبادة الجراثيم فان عدة دول تفضل استخدامه في معالجة مياه الشرب والمياه الصناعية ومياه المجاري وفي تعليب الأسـماك وتعقـيم المأكولات وهو بالكميات التي قدرها الله له في طبقة التروبوسفير يعد عاملا منظفـا للبيئة لكن زيادة نسبة هذا الغاز عن الحد المقرر لها تحوله إلى عامل ضـار ومتلـف حيث يتسبب في تدمير الحياة بشتى صورها.

ويعالج الأوزون الملوثات العضوية وغير العضوية بنفس طريقة المعالجة بالكلور بل إنه أكثر فعالية ضد البكتيريا والجراثيم الأخرى كالفيروسات. وأنظمة الأوزون غير شائعة في كثير من دول العالم لأنها تنطوي على بنية تحتية مكثفة، ويمكن أن يكـون تنفيذها باهظ التكاليف.

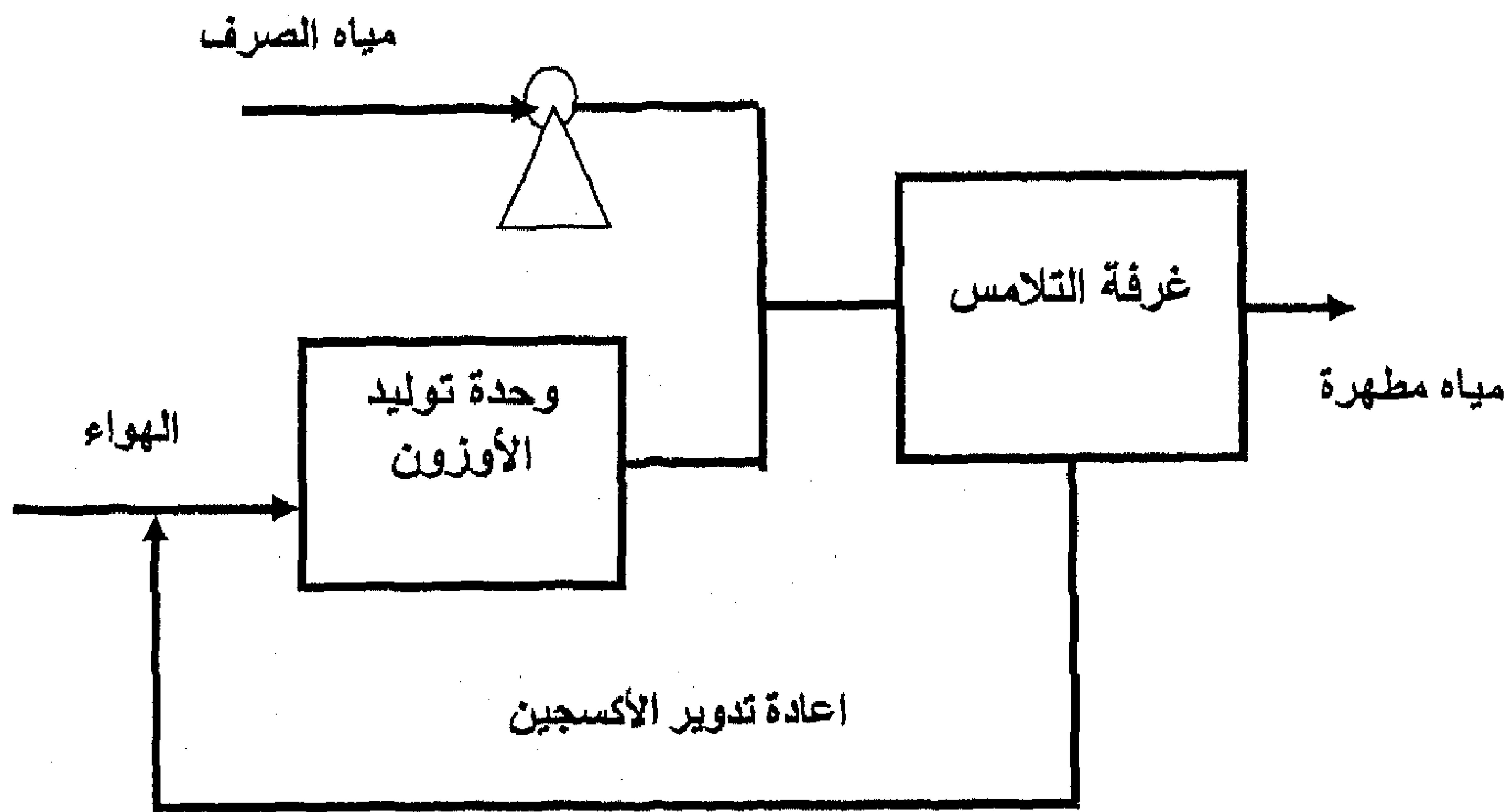
وبالنسبة لتطهير مياه الشرب يضاف الأوزون بجرعات حتى 4 جزء فى المليون

وفترة تماس من 10 ~ 15 دقيقة . يراعى عند تطهير المياه بالأوزون زيادة الكمية المضافة قليلا للتخلص من أى مواد تسبب تغييرا فى الطعم و الرائحة.

ومتى انتج الأوزون، يدفع للاتصال بماء المصدر ويخلط به لمدة ملائمة. وبالنظر إلى أن الأوزون عبارة عن أكسجين نشط فإنه لا يخلف أثار باقية أو روائح في الماء .

ولسوء الحظ، فإنه لا يوفر أيضا حماية طويلة ضد الترسيبات. وإذا تعين خزن المياه لفترات طويلة، أو توزيعها عبر مسافات طويلة، قد يكون من الضروري دعم عملية التطهير بالأوزون بمعالجة طويلة الأمد للترسبات مثل الكلور أو الكلورامينات .

والشكل التالي يبين وحدة تطهير بالأوزون تستخدم في تطهير مياه الصرف المعالجة.



شكل4-7 وحدة تطهير مياه الصرف بالأوزون

ويتضح من شكل وحدة التطهير انها تتكون من :

أ- وحدة توليد وانتاج الأوزون من الهواء.

ب- نقطة ضخ مياه الصرف.

ج-نقطة تلامس الأوزون مع مياه الصرف القادمة.

د-حوض التلامس أو غرفة تلامس الأوزون وفيها يحدث تلامس للاوزون مع مياه الصرف لمدة تتراوح بين 20 الي 30 دقيقة تخرج بعدها المياه وقد تم تطهيرها.

ر- يعاد تدوير الأكسجين حيث يعود الهواء الغني بالأكسجين بعد تلامس مياه الصرف مع الأوزون في غرفة التلامس الي نقطة يضخ منها الي وحدة توليد وانتاج الأوزون.

4-3-4 مميزات وعيوب التطهير بالأوزون

للاوزون كمادة مطهرة لمياه الشرب ولبعض انواع من مياه الـصرف الـصحي والصناعي مميزات ككونه مطهر فعال , الا انه يصاحب استخدامه بعض العيوب .

مميزات استخدام الاوزون في التطهير

من اهم مميزات استخدام الازوزن في تطهير المياه ما يلي :

1. لا تتاثر قدرة الأوزون التطهيرية بقيمة الرقم الهيدروجيني أو بوجود مركبات الأمونيا في المياه .
2. له القدرة علي اختراق سطح المياه بصورة جيدة وذو فعالية جيدة عند درجة الحرارة المناسبة.
3. يؤكسد المواد العضوية بدرجة فعالة جدا .
4. يحسن من خواص مياه الشرب عن طريق تخفيض اللون والرائحة .
5. يؤكسد الملوثات الدقيقة Micropollutants.
6. له القدرة علي إزالة الراوائح عندما يبدا في التطهير.
7. يستخدم لاكسدة الأمونيا والنتريت بنجاح في المزارع السمكية .
8. يحسن من التحلل البيولوجي للمواد العضوية قبل المعالجة كما في حالات المعالجة بالكربون النشط الحبيبي.

عيوب التطهير بالأوزون:

من اهم عيوب استخدام الاوزون كمطهر ما يلي :

- التطهير بالأوزون قليل الانتشار وخاصة في الدول النامية بسبب الثمن المرتفع لتجهيزات توليد الأوزون وملحقاته.
- الأوزون يتفكك بسرعة كبيرة ولا يمكن الاحتفاظ به أكثر من ساعة، لذلك لا يمكن تخزين الأوزون، ولكن يتم توليده في الموقع ويستخدم فور تحضيره.

الباب الخامس 5

الاستفادة والتخلص من مياه الصرف الصناعي

الفصل الأول

5 . مياه الصرف الصناعي المعالجة

5-1 . اعادة استخدام مياه الصرف الصناعي المعالجة

5-1-1 الأستخدام الصناعي لمياه الصرف المعالجة

5-1-2 تقنيات المعالجة المتقدمة [المعالجة الثلاثية] لمياه الصرف الصناعي

5-1-3 اهم تقنيات المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصناعي

5-1-3-1 الترشيح

5-1-3-2 الإمتزاز الكربونى

5-1-3-3 الفصل باستخدام الأغشية

5-1-3-4 التبادل الايوني

5 . مياه الصرف الصناعي المعالجة

تنتج من عمليات معالجة مياه الصرف الصناعي داخل المصانع والمنشآت الصناعية كميات من المياه المعالجة قد تكون كبيرة أو صغيرة أو متوسطة وتعتمد هذه الكيمات في حجمها علي بعض العوامل من اهمها:

- طبيعة وحجم العمليات التصنيعية والتشغيلية للمصانع.
- كمية المياه المستهلكة داخل المصنع.
- نوعية التكنولوجيات المستخدمة في المصانع.
- كمية الملوثات السائلة والغازية والصلبة المتولدة عن المصنع والتي تجد طريقها لمياه الصرف.
- اجراءات الحد من التلوث داخل المصنع وكفائتها.

وهذه المياه المعالجة يتم التخلص منها غالبا عند التوافق البيئي لمكوناتها في شبكة المجاري البلدية العامة (شبكة مياه الصرف الصحي العامة) .

<u>التخلص من المخلفات الصناعية السائلة</u>

كما ذكرنا من قبل فان مياه الصرف الصناعي المعالجة قد تجد طريقها في النهاية في شبكة مياه الصرف الصحي البلدية العامة وذلك عند توافقها بيئيا لهذا النوع من المخلفات السائلة , الا انه في بعض الاحيان قد يتم التخلص من مياه الصرف الصناعي المعالجة في اماكن اخري مثل الاماكن التي يتم التخلص من مياه الصرف الصحي المعالجة فيها أو الاماكن التي يتم التخلص فيها من المخلفات المنزلية السائلة مثل الاماكن التالية:

- الصرف علي المجاري والمسطحات المائية السطحية
- الصرف علي المسطحات الارضية واستخدام المياه في الري
- الصرف علي شبكة المجاري العامة .

1 - الصرف علي المجاري والمسطحات المائية السطحية

ومن امثلة تلك المجاري والمسطحات المائية السطحية الانهار والترع والقنوات المائية والبحار والمحيطات , ويتم ذلك عندما تكون مياه الصرف الصناعي المعالجة

ذات خصائص ومواصفات تسمح بصرفها علي تلك المسطحات طبقا للقوانين واللوائح البيئية المنظمة لصرف المخلفات الصناعية المعالجة.

وهناك شروط هامة يجب مراعتها عند الصرف علي المسطحات والمجاري المائية السطحية من اهمها:

- الا تؤثر مياه الصرف المعالجة علي البيئة المائية لتلك المسطحات.
- الا تؤثر علي الحياه الموجودة فيها وخاصة علي الكائنات المائية فيها.
- الا تؤثر علي الكائنات الارضية التي تتعامل وتستخدم تلك المسطحات
- الا تؤثر علي صلاحيه المياه العذبة كمصدر لمياه الشرب والزراعه والصناعة.
- الا تؤثر علي المنشأت العامة علي جوانب المجاري المائية

2 -الصرف علي المسطحات الارضية واستخدام المياه في الري

ويتم ذلك عندما تكون مياه الصرف الصناعي المعالجة ذات خصائص ومواصفات تسمح بصرفها علي تلك المسطحات طبقا للقوانين واللوائح البيئية المنظمة لصرف المخلفات الصناعية المعالجة علي الاراضي والترب وفي الري.

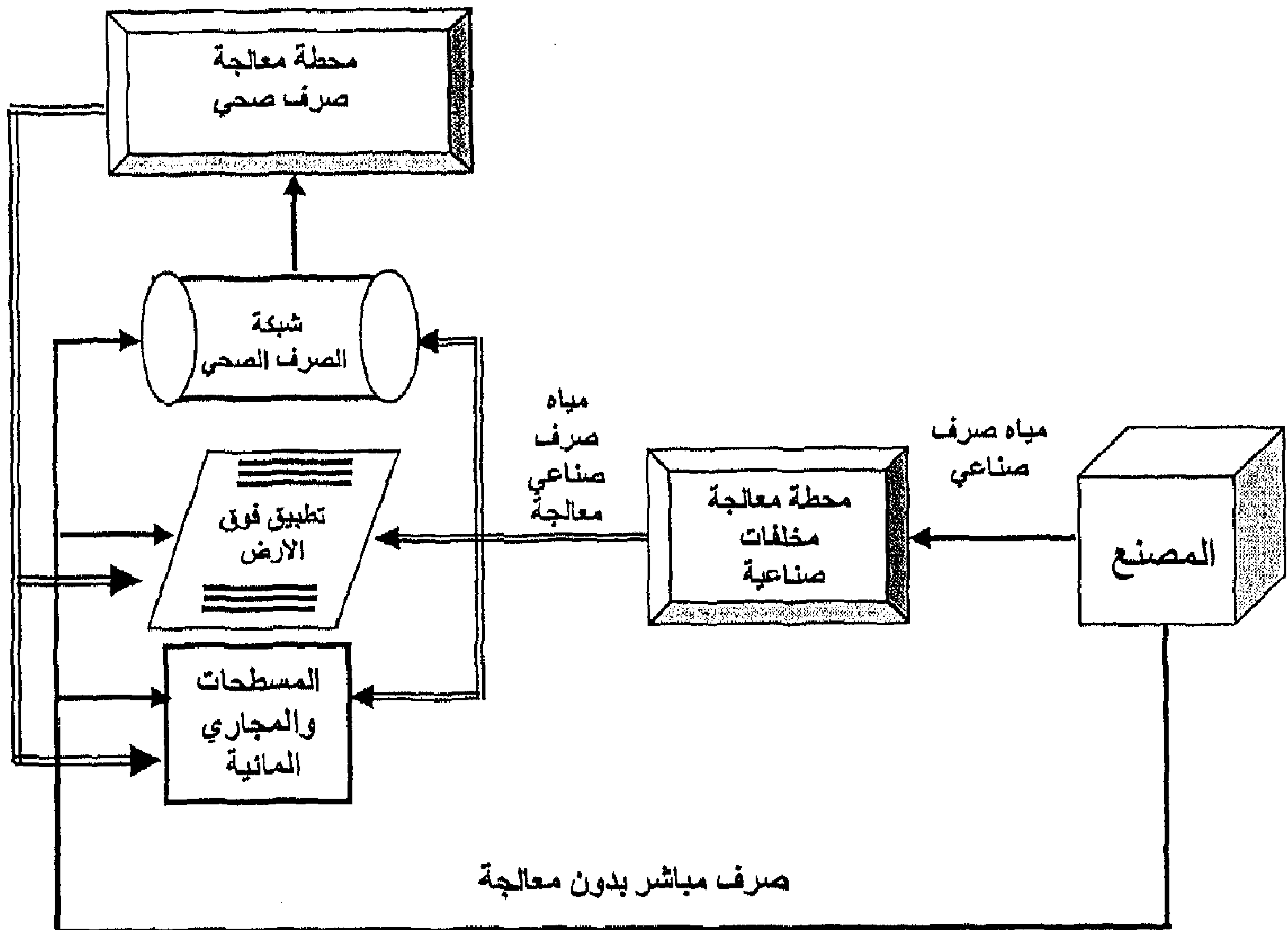
وهناك شروط هامة يجب مراعتها عند الصرف علي المسطحات الارضية واستخدام المياه في الري من اهمها:

- الا تؤثر علي تركيب التربة أو تسد مسامها أو تؤثر علي نفاذيتها
- الا تؤثر علي نمو المزروعات (كأن تحتوي علي نسبة ملوحة عالية)
- الا تؤثر علي الصحة العامة(كأن تحتوي علي مواد سامة كالعناصر الثقيلة أو كائنات ممرضة كالطفيليات والديدان).

3 -الصرف علي شبكة المجاري العامة

تعتبر شبكه المجاري العموميه أفضل وسيله للتخلص من مخلفات الصناعه السائلة في حالة تحمل الشبكه لهذا الصرف فأن مياه المجاري المنزليه تسبب تخفيفا لمياه المصانع بحيث يصبح مجموع المياه متوافق بيئيا للصرف علي مياه المجاري والمعالجة داخل محطاتها ولكن يجب مراعاة الشروط الاتية :

- عدم تعرض مواسير الشبكة للانفجار أو الكسر نتيجة لزيادة العبأ الهيدروليكي أو كنتيجة لوجود مواد قابلة للانفجار.
- عدم تعرض المواسير للتأكل نتيجة لوجود الاحماض أو القلويات.
- عدم التأثير علي عمليات معالجة وتنقية مياه الصرف الصحي كنتيجة لوجود مواد عضوية أو مواد سامة.



شكل 5-1 خيارات التخلص من مياه الصرف الصناعي
المعالجة والغير معالجة

5-1 اعادة استخدام مياه الصرف الصناعي المعالجة

نظرا للحاجة الشدية لكل قطرة ماء ولزيادة التكلفة الاقتصادية لتلوث المياه وخاصة الموارد المالية التي تنفق من اجل معالجة وتنقية مياه الصرف الصناعي . بالاضافة الي زيادة الاهتمام بالبيئة والموارد البيئية وصحة الانسان فان العديد من بلدان العالم اتجهت للتفكير في اعادة استخدام وتدوير مياه الصرف المعالجة . وساعد علي ذلك ايضا استخدام تكنولوجيات الانتاج الانظف في الصناعة واستخدام تكنولوجيات متقدمة لمعالجة مياه الصرف الصناعي فان العلماء امكنهم ايجاد وسائل

وطرق عديدة للاستفادة من المياه المعالجة كليا او جزئيا عن طريق اعادة الاستخدام والتدوير.

إن عملية إعادة استخدام مياه الصرف الصناعى المعالجة قد بدأت فى الانتشار فى الصناعات المختلفة وذلك لرخص تكاليفها كمصدر للمياه، ويمكن استخدام هذه المياه فى عمليات الري والتشجير.

ونظرا لاحتمال وجود بعض الكيماويات الخطرة أو السامة فى المياه المعالجة لذلك يجب إجراء بعض طرق المعالجة الثلاثية المنتشرة حاليا عالميا وذلك لإزالة جميع الأخطار الصحية المتوقعة وحتى تتوافق المياه المعالجة مع المقاييس الموضوعة لإعادة استخدام مياه الصرف .

ويعتمد استخدام مياه الصرف المعالجة علي نوعيتها ومكوناتها فالمياه ذات الجودة المنخفضة تصرف علي المسطحات المائية الكبيرة كالبحار والمحيطات اذا كانت متوافقة مع المعايير والقوانين البيئية المنظمة لصرف المخلفات السائلة علي هذه المسطحات , اما المياه ذات الجودة المتوسطة ولكنها متوافقة مع المعايير البيئية فتستخدم غالبا في ري البساتين والاشجار الخشبية.

وكلما زادت جودة المياه المنتجة كلما زاد استخدامها في الري والزراعة وتعددت المحاصيل التي يمكن ريها بهذه المياه . وايضا تستخدم المياه المعالجة ذات الجودة العالية في العمليات الصناعية مثل مياه التبريد ومياه شطف وغسيل الارضيات ومياه غسيل بعض المعدات والماكينات .

5-1-1 الأستخدام الصناعي لمياه الصرف المعالجة

مياه الصرف المسترجعة هي مصدر مثالي لبعض الاستخدامات الصناعية، لأن العمليات الصناعية، ومنها التبريد التبخيري وتغذية المرجل علي سبيل المثال لا تتطلب مياه فائقة الجودة .

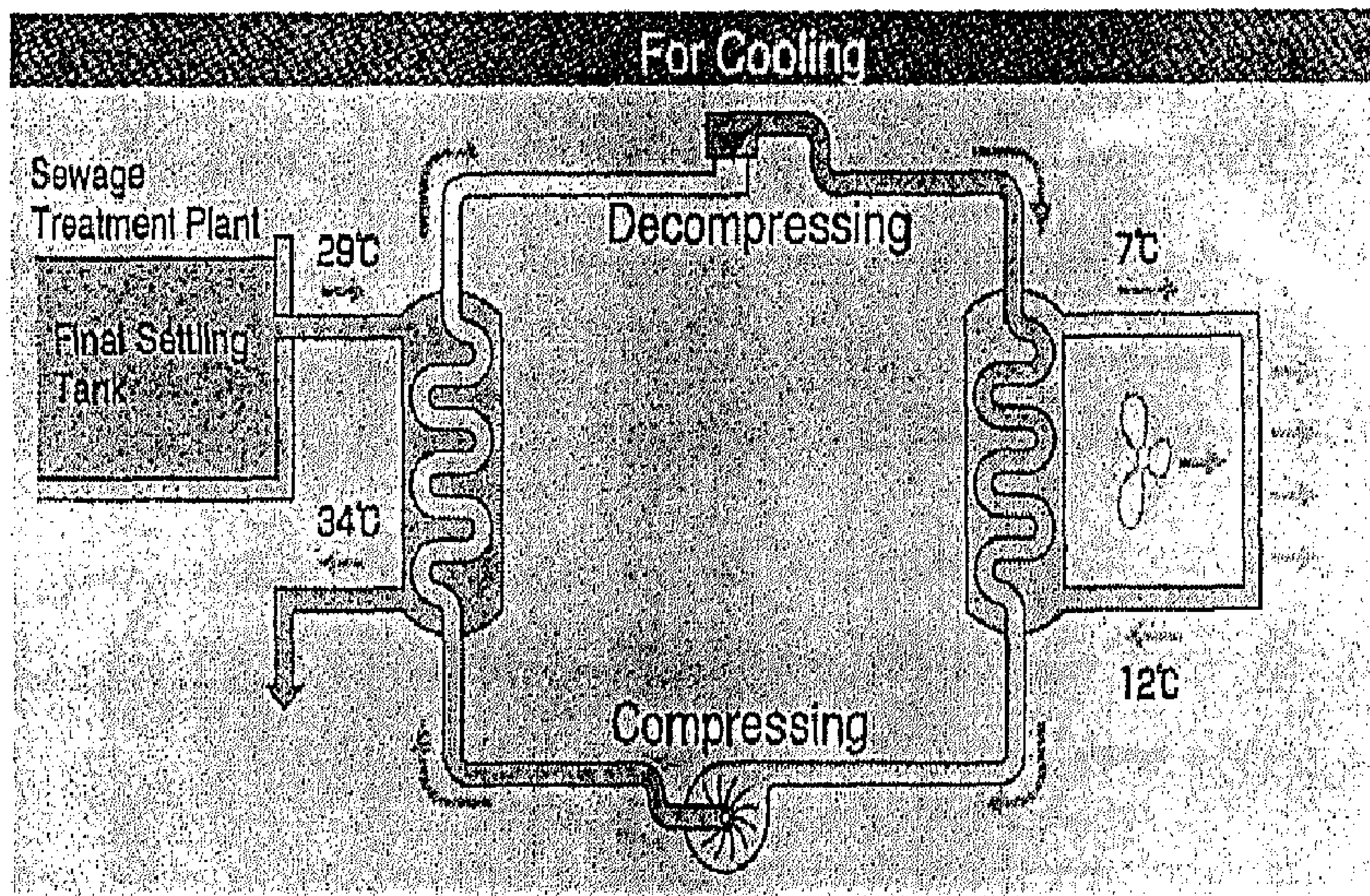
وايضا تستخدم المياه العادمة المعالجة ذات الجودة العالية في العمليات الصناعية مثل مياه التبريد ومياه شطف وغسيل الارضيات ومياه غسيل بعض المعدات والماكينات.ولكل استخدام قيود تحد من قابلية تطبيقه، فاستخدام المياه المسترجعة في أبراج التبريد مثلا، يسبب مشاكل عدة منها التقشر والتآكل والنمو البيولوجي ، ويسبب استخدام المياه العذبة المشاكل ذاتها، ولكن بمعدل تكرار أقل . أما في تغذية المراجل

(الغلايات)، فينبغي خفض عسر المياه ونزع المعادن من مياه الصرف قبل استخدامها.ويبين الجدول التالي امثلة لاعادة استخدام مياه المخلفات الصناعية في الاغراض المختلفة.

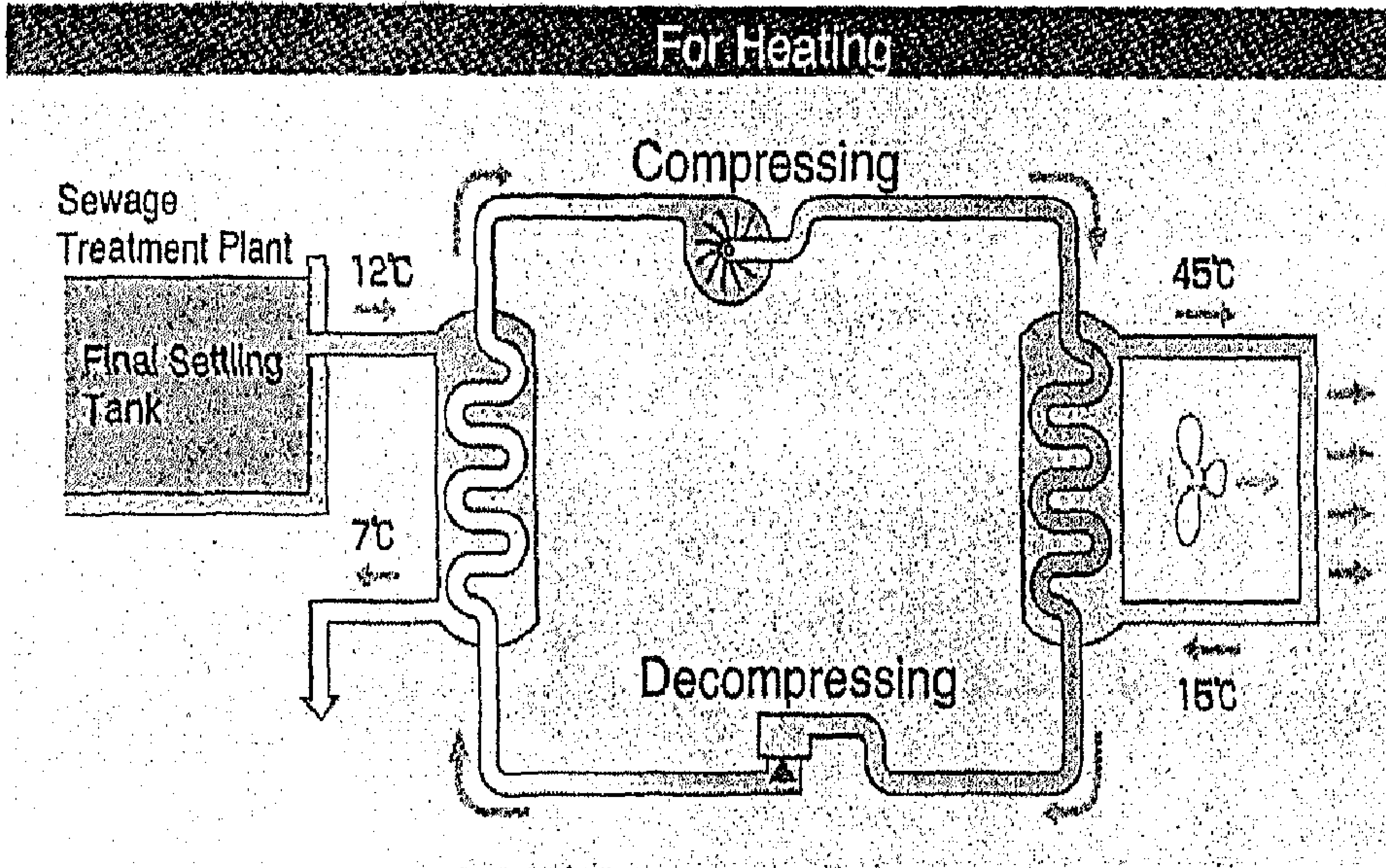
جدول 5-1

امثلة لاعادة استخدام مياه المخلفات الصناعية

نوع الماء المعاد استخدامه	الامثلة
اعادة استخدام مياه الصرف البلدية	- مياه التعويض لابراد التبريد - خلال عمليات التبريد داخل المصانع
مياه العمليات الصناعية المتدفقة التي يمكن تدويرها داخليا	- مياه التعويض لابراد التبريد - خلال عمليات التبريد داخل المصانع - اعادة الاستخدام في المغاسل (لتسخين المياه واستعادة المنظفات) -استخدام مياه الشطف في غسيل وتنظيف المباني وملحاقاتها.
الاستخدامات الغير صناعية لمياه المخرج المعالجة	-تسخين الماء في البحيرات والمنتجعات - الاستخدامات الزراعية .



شكل5-2 مخطط لاستخدام مياه الصرف المعالجة في التبريد داخل المنشآت الصناعية



شكل 3-5 مخطط لاستخدام مياه الصرف المعالجة في التسخين داخل المنشأت الصناعية

ويجب اخذ بعض الامور الهامة في الاعتبار عند اعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في العمليات الصناعية من اهمها:

- عمليات التأكل والصدأ للمعدات الميكانيكية وللغلايات
- النمو البيولوجي biological growth للكائنات الدقيقة داخل مواسير التبريد
- الترسبات والقشور داخل المواسير وداخل الغلايات وابراج التبريد .

هذه الامور السابقة غير مرغوب فيها في العمليات الصناعية اذا ان لها تأثير سلبي علي كفاءة المعدات والالات الميكانيكية وعلي كفاءة وتكامل العملية الصناعية ككل. ويبين الجدول التالي الاعتبارت الهامة للعمليات التي يجب اخذها في الاعتبار والاهتمام عند استخدام مياه الصرف المعالجة في العمليات الصناعية .

جدول 5-2

اعادة استخدام المياه في الصناعة الاعتبارات والاسباب واختيارات الحل والمعالجة

المحددات (الاعتبارات)	الاسباب	اختيارات المعالجة
نمو وترسب القشور Scaling	المواد غير العضوية الاملاح	-مثبطات نمو وترسب القشور , الادمصاص الكربوني , الترشيح, التبادل الايوني,والتحكم في معدل تفوير الماء
التاكل Corrosion	المواد الصلبة العالقة والذائبة عدم اتزان(عدم ضبط الرقم الهيدروجيني	مثبطات التأكل , الاسموزية العكسية
النمو البيولوجي biological growth	المتبقيات العضوية , الامونيا, الفسفور	مبيدات النمو البيولوجي (المبيدات البيولوجية), المشتتا, الترشيح .
الترسبات والتلوثات Fouling	النموات البيولوجية,الفوسفات , المواد الصلبة العالقة والذائبة	التحكم في نمو وترسب القشور التحكم في التأكل والنمو البيولوجي , الترشيح ,المشتتات الكيميائية والفيزيائية

5-1-2 تقنيات المعالجة المتقدمة [المعالجة الثلاثية] لمياه الصرف الصناعي

ظهرت الحاجة الي المعالجة الثلاثية عندما زاد الطلب العالمي علي المياه واتجه التفكير الي الاستفادة من كل قطرة ماء واتجهت الابحاث الي إعادة وتدوير المياه المعالجة واستعادة بعض المكونات من مياه الصرف .

تعرف عمليات المعالجة المتقدمة بانها درجة خاصة من درجات المعالجة التي تلي وتتبع عمليات المعالجة التقليدية الثانوية لإزالة بعض المكونات والملوثات في مياه

الصرف مثل المغذيات والمواد السامة واية معدلات عالية غير طبيعية من المواد العضوية والمواد العالقة.

ومن أمثلة المعالجة الخاصة الترويب بالكيماويات والتزغيب والطفو والترسيب الذي يلي الترشيح والكربون المنشط .وايضا ولكن بدرجة اقل التبادل الأيوني والتناضح العكسي لإزالة وتخفيض نسبة الأملاح الذائبة , وتستخدم المعالجات المتقدمة الخاصة في الحالات الاتية :-

- استخدام المياه المعالجة في استصلاح الاراضي.
- الصرف علي المناطق ذات الحساسية الشديدة للتلوث.
- الصرف علي المسطحات المائية العذبة كالأنهار والبحيرات.
- نادرا ما تستخدم المعالجة الثلاثية من اجل انتاج مياه تصرف علي المحيطات والبحار الواسعة.
- وشحن المخزون الجوفي بالماء.

اهداف المعالجة الثلاثية

تهدف المعالجة الثلاثة لمياه الصرف الصناعي الي العديد من الاهداف البيئية والصحية والاقتصادية من اهمها ما يلي :

- إزالة المواد العالقة الدقيقة المتناهية الصغر وتخفيض الـ BOD في المياه المعالجة النهائية.
- إزالة المغذيات (مواد الاثراء الغذائي) مثل النتروجين والفسفور والأمونيا.
- إزالة المواد الصلبة البيولوجية (متبقيات BOD) التي لم تتحلل بطرق المعالجة السابقة .
- إزالة المواد العضوية) COD المواد العضوية التخليقية. (
- إزالة بعض المواد السامة وبعض العناصر الثقيلة.
- إزالة بعض انواع المواد الصلبة الذائبة (العضوية والغير عضوية.(
- تخفيض العوامل الممرضة مثل البكتريا وبويضات الديدان المعوية بحيث يتم تجنب الاصابة بكثير من الأمراض.

وتصنف أنظمة المعالجة الثلاثية المتقدمة طبقا للعوامل الاتية :

1. نوع المادة المراد إزالتها من المياه الملوثة .
2. أنواع أساليب التشغيل وطرق المعالجة المتبعة لتنفيذ الغاية المراد تحقيقها من المعالجة.
3. نوع المياه الملوثة المعالجة .

وبالطبع بأن طرق المعالجة وأساليب التشغيل تعتمد على مايلي:

1) طبيعة المياه الملوثة .
2) الإنسجام بين تسلسل عمليات المعالجة والتشغيل .
3) الأساليب الممكنة للتخلص من الملوثات .
4) الإستخدام الرئيسي للمياه المعالجة
5) النواحي الإقتصادية والبيئية .

5-1-3 اهم تقنيات المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصناعي

تعد عمليات الترشيح والامتزاز الكربوني والفصل باستخدام الاغشية والتبادل الايوني من اهم تقنيات المعالجة الثلاثية لمياه الصرف الصناعي.

5-1-3-1 الترشيح Filtration

تعرف عملية الترشيح بانها حجز وفصل المواد علي وسط معين يسمي وسط الترشيح ,

وكل وسط له خصائصه التي تنوافق مع طبيعة المواد التي سوف يحجزها.

تهدف عملية الترشيح إلى إزالة وفصل المواد العالقة العضوية واللاعضوية وكذلك الجراثيم والشوائب الأخرى التي لم يتم فصلها في أحواض الترسيب الثانوية وحيث أن (BOD COD , PO4) تتواجد على شكل جزيئات عالقة فإنها ستزال بنسبة كبيرة أثناء عملية الترشيح.

وقد أصبح ترشيح المياه المعالجة مؤخرا أكثر شيوعا. وتعد عمليات الترشيح من مراحل المعالجة الثلاثية المتقدمة لمياه الصرف اذا تعمل علي إزالة انواع معينة من الملوثات لم تزال في مراحل المعالجة الثانوية التقليدية , وهذه العملية تستخدم أنواع المرشحات المبينة في الشكل التالي وتستهدف إزالة إضافية للأجسام الصلبة العالقة في المياه المعالجة بيولوجيا أو كيميائيا، ونزع الفوسفور المترسب كيميائيا.

وهناك العديد من أنواع المرشحات نذكر منها :

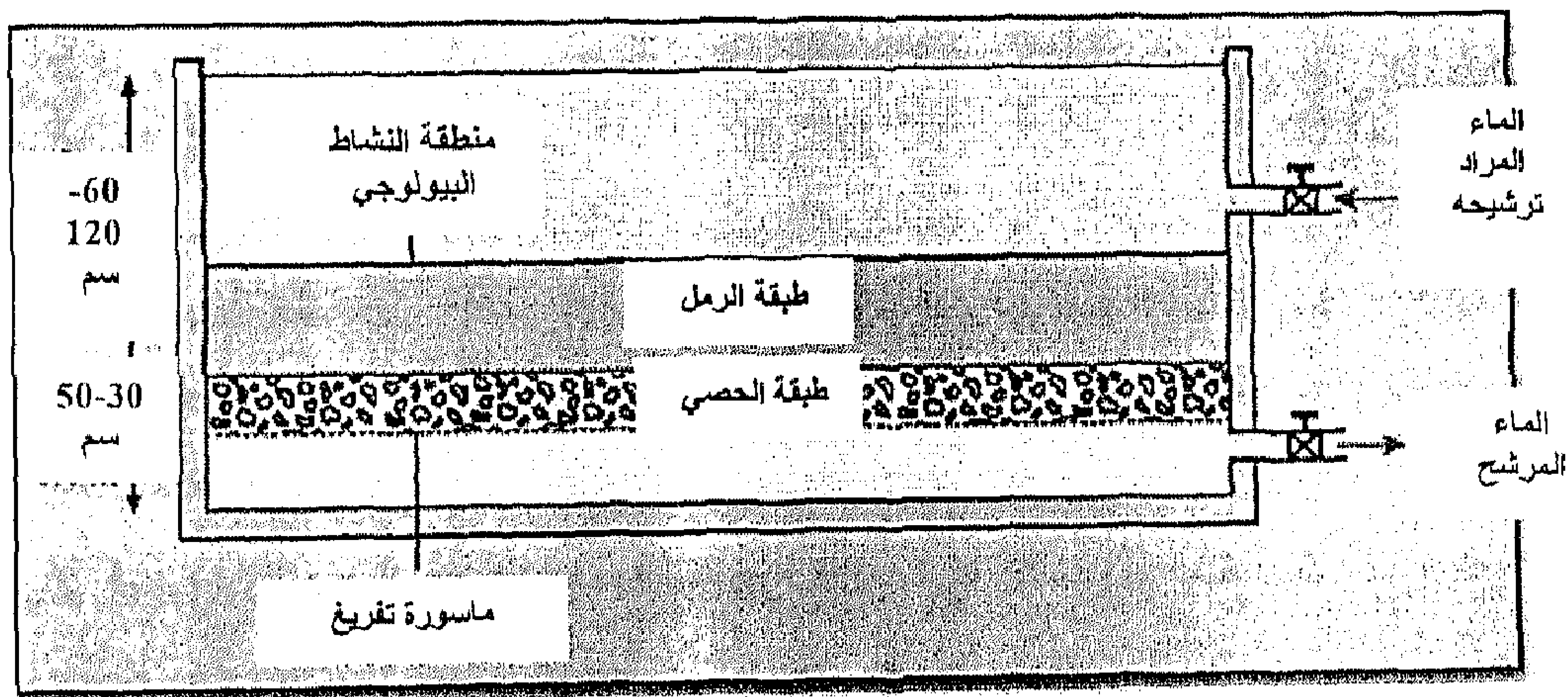
1- المرشحات الرملية البطيئة : وهي مناسبة جدا لمحطات المعالجة الصغيرة ويبلغ التحميل فيها (2 – 3) م3/م2/يوم وتبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة فيها (45 – 68) ٪.

2- المرشحات الرملية السريعة:وهي مناسبة لمحطات المعالجة الكبيرة ويبلغ معدل التحميل (120 –240) م3/م2/يوم وتبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة المعلقة حوالي 75 ٪ .

3- المرشحات الرملية ذات السريان او التدفق العكسي : وهنا تدخل المياه المراد معالجتها من أسفل المرشح وتخرج من الأعلى ويبلغ معدل التحميل فيها ضعفي المرشحات الرملية السريعة .

4- المرشحات ذات الوسط المختلط : ويبلغ معدل التحميل فيها (300 – 600) م3/م2/يوم .

وتشمل أجهزة الترشيح المرشح الخرطوشى(Cartridge Filter) ، المرشح السليكونى (diatomaceous earth filter)، المرشحات ذو الوسط الحبيبى – Granular) (media filters ونادرا ما يستخدم المرشح الخرطوشى فى عمليات معالجة المياه وذلك لأسباب اقتصادية.



شكل5-4 مخطط لمرشح رملي بطيء

المرشحات ذو الوسط الحبيبى

ويستخدم هذا النوع من المرشحات بتوسع فى عمليات معالجة المياه وذلك لإزالة كل من المواد العالقة العضوية والغير عضوية. ويمكن لهذه المرشحات أن تعمل إمـــا بالجاذبية الأرضية أو بالضغط وكلاهما يستعمل فى الصناعة.

وأكثر هذه المرشحات استعمالا هى المرشحات ثنائية أو ثلاثية الوســـط، حيـــث تتكون المرشحات ثنائية الوسط من طبقة من الرمل قطره 0.5 مم تعلوها طبقة من فحم الانتراسيت (Anthracite) بقطر 0.9 مم، بينما تحتوى المرشحات ثلاثية الوسط علـــى طبقة من حجر السيلان (garnet) ذو قطر يتراوح من 30-40 مـــيش أســـفل طبقـــة الرمل. ويمكن للمرشحات أن تستخدم أنواع مختلفة من الطبقات وبأقطار فعالة مختلفة. ويتم حجز المواد الصلبة بواسطة الطبقات المختلفة مما يوجب إزالتها بالكشط وبالغسيل العكسى (Backwash).

كفاءة إزالة الملوثات للمرشحات الرملية

المرشحات الرملية المصممة جيدا والتي تعمل في ظروف ومحددات تشغيل جيدة ذات كفاءة في إزالة العديد من الملوثات العضوية والجدول التالي يوضح كفـــاءة الإزالة للعديد من الملوثات لاحد المرشحات الرملية .

جدول 5-3

كفاءة إزالة الملوثات للمرشحات الرملية.

الملوث	نسبة الازالة %
البكتريا القولونية البرازية	% 76
الاكسجين الحيوي المستهلك	% 70
المواد العالقة الكلية	% 70
الكربون العضوي الكلي	% 48
النتروجين الكلي	% 21
بعض العناصر الثقيلة (الحديد-الرصاص- الزنك)	% 45
المصدر 2- Hand Book of Water and Wastewater Treatment Technologies N&P Limited 2002..Nicholas P. Cheremisinoff, Ph.D	

5-1-3-2 الإمتزاز الكربونى Carbon Adsorption

وتستخدم هذه الطريقة لإزالة أنواع معينة من الملوثات العضوية والتى لم يمكن إزالتها باستخدام طرق المعالجة الأولية والثانوية وتشمل المركبات العضوية السامة والملوثات المقاومة للمعالجة البيولوجية.

وفى بعض الأحيان تستخدم هذه الطريقة لاسترجاع بعض الملوثات القيمة والتى تتواجد فى الصرف العضوى.

كما تستخدم أعمدة الكربون فى إزالة المركبات العضوية المتطايرة (VOC_s) من مياه الصرف حيث أن هذه المركبات يمكن امتصاصها بسهولة على سطح الكربون.

وكما قلنا يستخدم الكربون المنشط لإزالة بعض المواد العضوية والغير عضوية من المياه الملوثة بجذب هذه المواد علي سطح الكربون ويؤثر في هذه العملية :-

(1) خواص وطبيعة المواد المراد التخلص منها وتركيزها في المياه .

(2) خواص ونوع الكربون المنشط.

(3) خواص المياه.

(4) طريقة انشاء وتجهيز المرشح الكربوني.

وقد زاد الاهتمام بادخال نظم الامتزاز لمعالجة مياه الصرف الصناعي وخاصة إزالة المواد العضوية الذائبة من مياه صرف الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية وصناعة الورق ولب الورق وصناعات اخري عديدة.

والمعالجة بالامتزاز لمياه الصرف الصناعي تستخدم غالبا في حالة المركبات الأروماتية والمواد الغير أيونية والمواد المحتوية علي مجموعات كلورنية أو مجموعات نيتروجينية وكذلك المركبات الأليفاتية.

ويمكن ترتيب المركبات من حيث قابليتها للامتزاز بواسطة الكربون كالآتي:

- ☐ الأحماض العضوية
- ☐ الألديهيد
- ☐ الإسترات
- ☐ الكيتونات

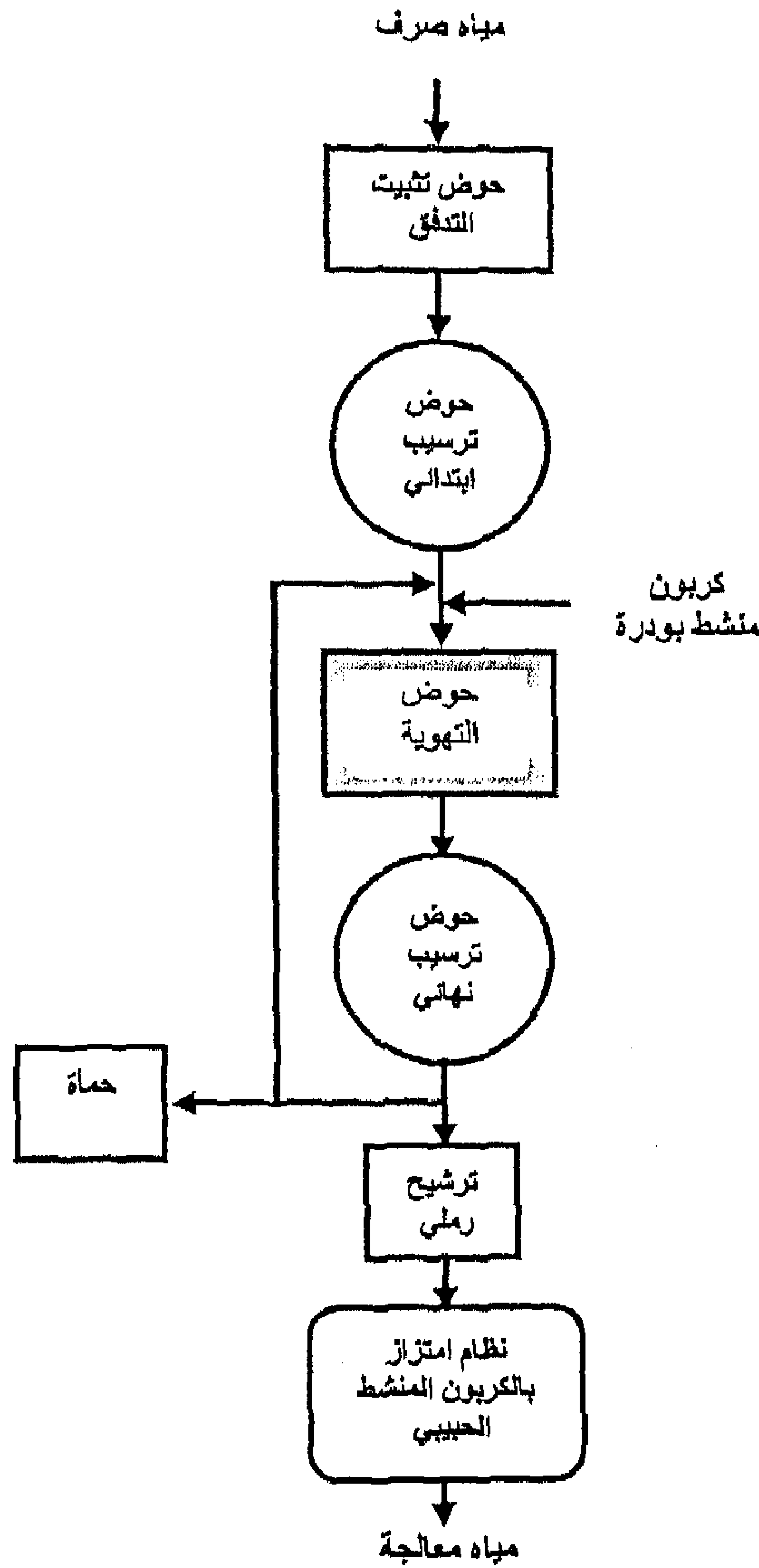
- ☐ الكحوليات
- ☐ الجليكول.

والجدول التالي يبين كفاءة الكربون المنشط في إزالة بعض المواد العضوية من مياه الصرف.

جدول 5-4

كفاءة الكربون المنشط في ازالة بعض المواد العضوية

الملوثات	النسبة في مياه الصرف مجم / لتر		نسبة الازالة %
	قبل المعالجة	بعد المعالجة	
رابع كلوريد الكربون	20450	560	97.3
هكسا كلوروايثان	104	0.2	99.8
نفثالين	529	أقل من 3	99.4
2, كلورونفثالين	18	اقل من 3	83
كلوروفورم	1430	27	98.1
تولوين	2360	3	99.9
كلوردان	217	0.1	99.95
مركبات الهيبتاكلور	40	0.8	98



شكل5-5 مخطط لاحد مشاريع معالجة مياه الصرف يستخدم فيها الامتزاز بالكربون

الكربون المنشط قناص العناصر الثقيلة

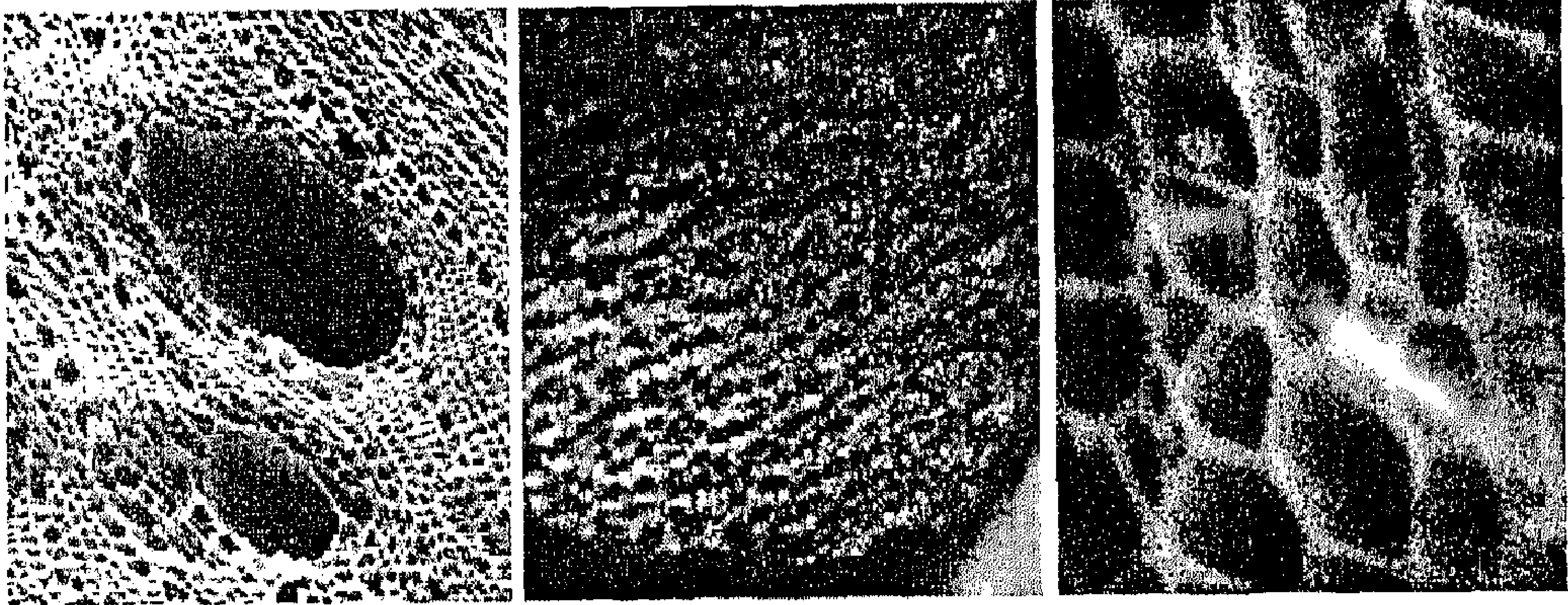
امتزاز المواد الغيرعضوية يختلف من مادة لاخري فكلوريد البوتاسيوم لا يتم امتزازه عمليا بالكربون المنشط بينما كلوريدات الزئبق والحديد تمتز الي حد كبير ويعد الكربون المنشط قناص العناصرالثقيلة حيث ان له كفاءة جيدة في اقتناص عدد من المعادن الثقيلة , وتتراوح الكميات الممتزة ما بين 10 ملجم /جرام الي 600 ملجم/ جرام وهي كميات عالية.

ومن اهم المعادن الثقيلة التي يمكن إزالتها بالكربون المنشط الزئبق والكـادميوم والرصاص والنحاس والكروم والخارصين والمنجنيز.

والجدير بالذكر الي ان احدي العمليات الصناعية المطبق فيها الكربون المنشط منذ عدة عقود هي استرجاع الذهب من محاليل السيانور اذ ان المتخلف من محاليل تعدين الذهب يصل الي اجزاء قليلة (اقل من 1 مجم / لتر) مما لا تجدي معـه اي طريقـة اقتصادية لاستخلاص واسترجاع هذه الكميات سـوي طريقـة. Carbon-inpuls cip اذ يقتنص الكربون كل المتبقي علي سطحه بالتمام يتلوه حرق الكربون للحصول علـي المحتوي الكامل لفلز الذهب . وتستخدم نفس الطريقة لاسترجاع فلز الفضة من محاليل التصوير.

وتتميز طريقة معالجة العناصر الثقيلة بالكربون المنشط بعدة ميزات:

- انه فعال لدرجة كبيرة مع عدد كبير من ايونات المعادن وذلك في وجود مواد عضوية وذلك مفيد جدا في حالة الصرف الصناعي المتنوع الملوثات .
- لا يتخلف عنه مواد صلبة تحتاج لإزالتها فيما بعد .
- أمكانية إعادة تنشيطه وصولا لنفس الكفاءة السابقة بالاضافة الـي امكانيـة تعديل صفاته السطحية .



صور توضح المسام الموجودة علي سطح الكربون المنشط والتي يحدث عليها الامتزاز

ويصنع الكربون المنشط بتسخين الفحم إلى حرارة عالية ومن ثم تنـشيطه عبـر تعريضه لغاز مؤكسد. ويؤدي الغاز إلى إنتاج مسام في الفحم بحيث يزيد من مـساحة السطوح الداخلية .

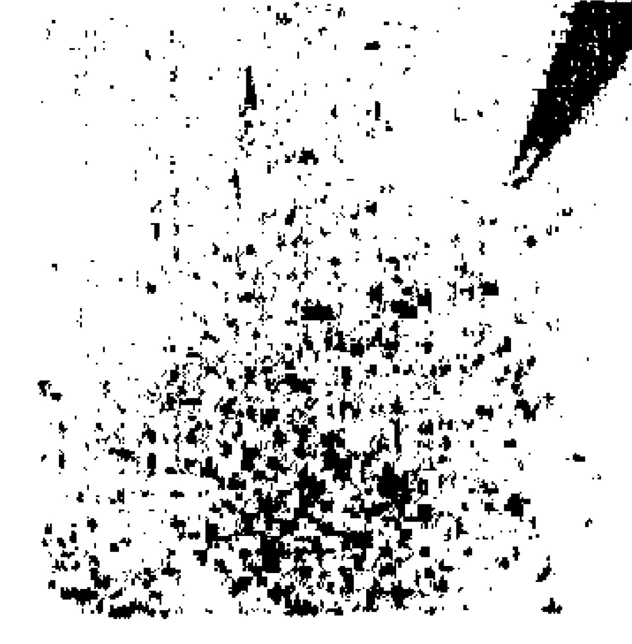
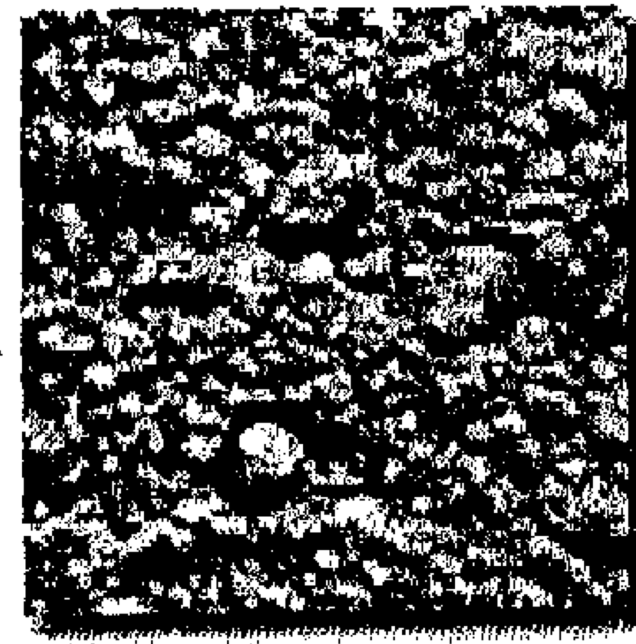
الكربون النشط المستخدم في معالجة مياه الصرف يتم الحصول عليه من مصادر مختلفة فقد يتم تصنيعه من الخشب أو الليجنين أو فحم البيتومين , والكربون المنشط المنتج من فحم البيتومين له كثافة اعلي من الأنواع الاخري . والكربون المنشط من مختلف المصادر يعتبر عامل امتزاز مؤثر فمسامية هذا الكربون من 60-70% والمساحة السطحية لوحدة الوزن 400-900 متر مربع / جرام . وتتوقف خاصية الامتزاز للكربون المنشط الي حد كبير علي المكونات وحجم الفراغات وتوزيع المسام

ويقاس نشاط الكربون المنشط بكمية المادة التي تمتز لوحدة الكتلة الكربونية (جرام / كيلوجرام) .

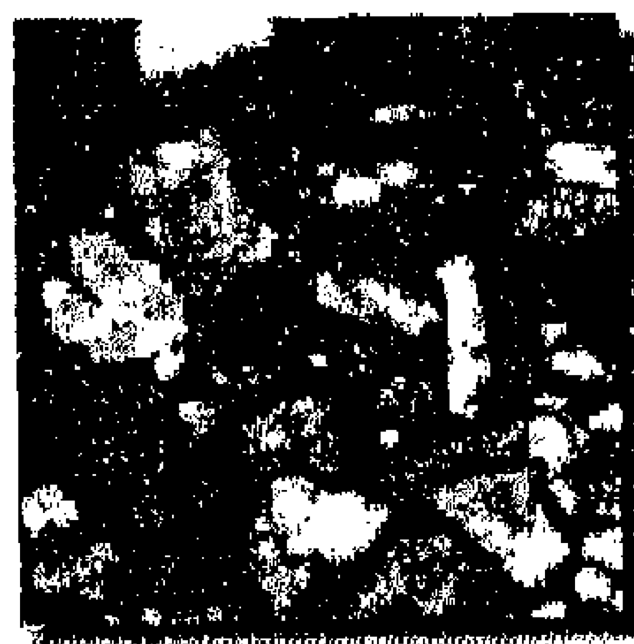
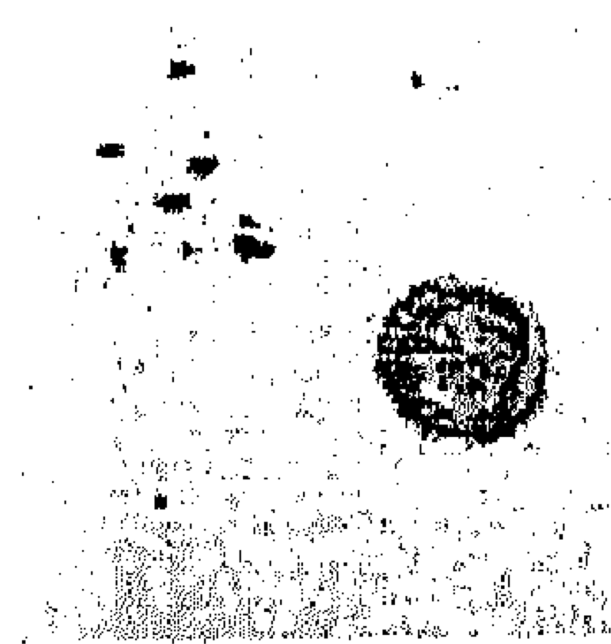
والكربون المنشط نوعان هما:

- الكربون المنشط الحبيبي (ذو الحبيبات) Granular Activated Carbon
- والكربون المنشط البودرة Powdered Activated Carbon

ويختلف النوعان عن بعضهما من حيث حجم الدقائق الكربونية وقدرة وسعة الامتزاز , فالكربون المنشط البودرة Powdered Activated Carbon دقائقه الكربونية لها قطر اقل من 200 , Mesh بينما الكربون الحبيبي تبلغ دقائقة قطر اكبر من 0.1 مليميتر .mm

PAC صورة للكربون البودرة

GAC صورة للكربون الحبيبي

وتقوم بعض الشركات التى تستخدم هذه الطريقة بإعادة تنشيط الكربون المستخدم فى مصانعها وهى عملية مكلفة إذا كانت كمية المياه قليلة، ويمكن التخلص من الكربون المستعمل ولكن بطريقة سليمة حيث أنه يصنف كمخلف خطر مما يرفع من تكلفة التخلص.

وتتم عملية تنشيط الكربون بتمرير تيار من البخار خلاله أو عن طريق تسخينه فى أفران، وينتج عن كلتا الحالتين تيار من المركبات العضوية المتطايرة وبالتالى

يجب التخلص منها بطريقة صحيحة. وفى الغالب يتم تكثيف البخار وإما حرقـه فـى أفران أو إرساله إلى مدفن المخلفات الخطرة.

ويمكن تنشيط الكربون النشط باستخدام البخار، أو التسخين، أو الغسيل بمذيب أو حمض أو صودا أو باستخدام منشط مؤكسد رطب .

والجدول التالي يبين الصناعات المختلفة التي يستخدم فيها الكربون المنشط لازالة الملوثات منها.

جدول 5-5

ازالة الملوثات بالكربون المنشط لبعض الصناعات

نوع الصناعة	اجمالي الكربون العضوي TOC والفينول واللون في مياه الصرف	نسبة الازالة %	الكربون المستخدم رطل / 1000 جالون
الصناعات الغذائية	5300-25 TOC مجم/ لتر	90	345-0.8
صناعة التبغ	1030 TOCمجم/ لتر	97	58
صناعة النسيج	4670-9 TOCمجم/ لتر	93	93-0.1
صناعة الورق	3500-100 TOCمجم/ لتر	90	356-2.3
	اللون 1.4	94	3.7
الطباعة	170-14 TOC مجم/ لتر	98	4.6-4.3
الصناعات الكيماوية	75500-19 TOC مجم/ لتر	85	29050-0.7
	الفينول 5325-0.1 مجم/ لتر	99	185-1.7
	اللون 275-0.7	98	1328-1.2
تقطير البترول	4400-36 TOC مجم/ لتر	92	141-1.1
	الفينول 270-7 مجم/ لتر	99	24-6
المطاط والبلاستيك	8375-120 TOC مجم/ لتر	95	164-5.2
الجلود	9000-115 TOC مجم/ لتر	95	315-3
تشكيل المعادن	37000 TOC مجم/ لتر	25	606
صناعة الزجاج والسيراميك	8300-12 TOC مجم/ لتر	87	300-2.8

عملية اعادة تنشيط الكربون Carbon Reactivation

يكون العامل الاقتصادي هوالمؤثر في أختيار طريقة تنشيط الكربــون واتبــاع احدي البديلين الاتيين :-

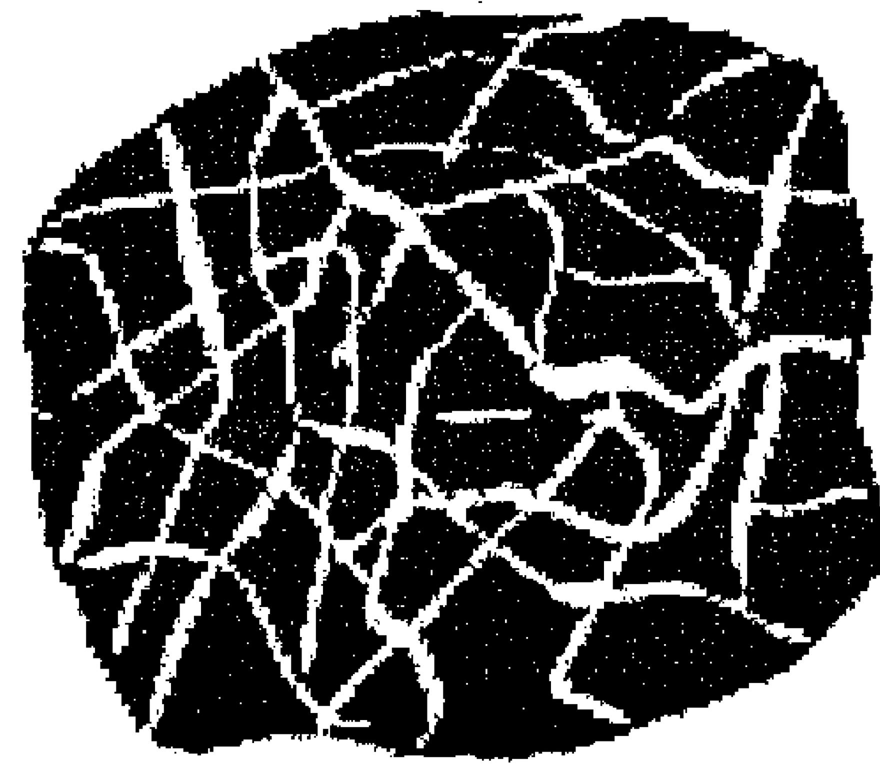
أ- تنشيط الكربون بعد استعماله لفترة محددة.

ب- استخدام كربون منشط جديد.

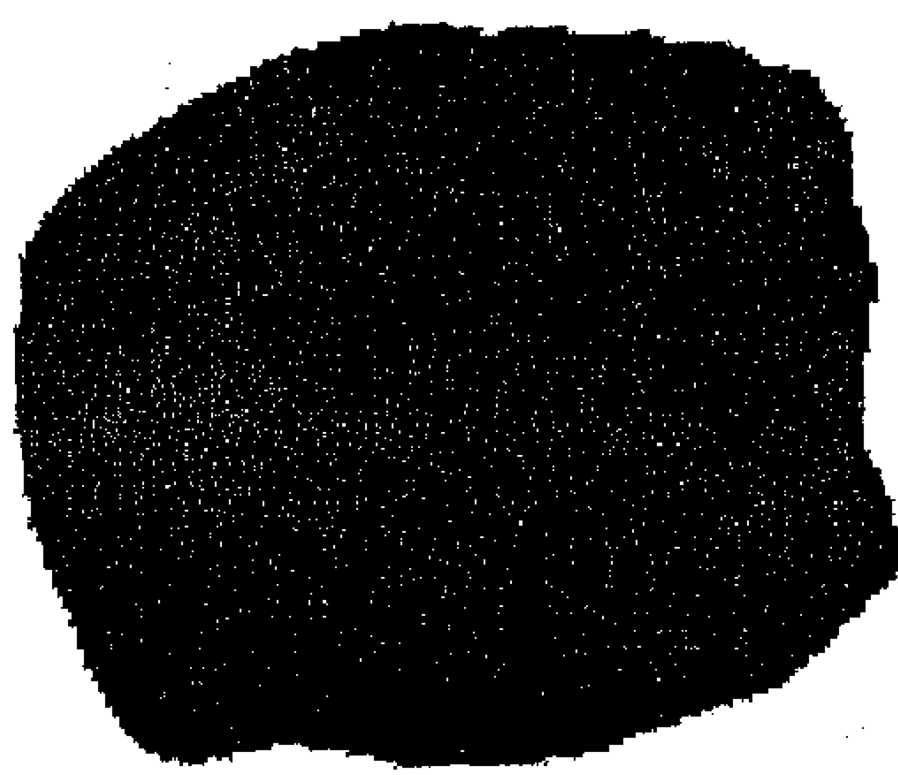
فالاقل تكلفة يتم اختياره وعموما تستخدم في عملية تنشيط الكربون الطرق الاتية :-

1. استخدام مواد حامضية أو قلوية أو مذيبة للشوائب التي تم حجزها علــي الكربون , وفي هذه الطريقة يمرر المحلول أو المذيب المستخدم علي طبقة أو خلال الكربون المنشط في عكس اتجاه المياه اثناء التشغيل العادي .وبعد انتهاء عملية التنشيط يتم تصريف ما بقي من محلول من طبقة الكربون ويتم تنظيف الكربون بالمياه ويعاد استعماله .
2. استخدام مادة مؤكسدة رطبة لتنشيط الكربون.
3. التنشيط الحراري بالبخار أو بالتسخين

والشكل التالي يبين الفرق بين الكربون قبل تنشيطه والكربون بعد عملية التنشيط اذ يتميز الكربون المنشط بانه يمكن ان يتم الامتزازعلي سطحه لوجود مسام نــشطة علي سطحه تكونت بفعل عملية التنشيط , بينما يخلو الكربون الخام من هــذه المــسام النشطة .



كربون بعد عملية التنشيط (منشط)



كربون خام غير منشط

ويتم التنشيط الحراري علي ثلاث مراحل :-

أ- التجفيف عند درجة حرارة حوالي من 100 الي 120 مئوية وتــستمر هــذه العملية من 15 الي 20 دقيقة لتمام تجفيف الكربون مما تبقي فيه من مياه .

ب- تعريض المواد والمركبات العضوية المحجوزة بـالكربون الـي للانحـلال الحراري عند درجة حرارة 800 مئوية وتستغرق هذه العملية 10 دقائق , يتم خلالها تحلل المواد المحجوزة حراريا وتطاير الجزء العضوي منها

ت- تنشيط الكربون عند درجة حرارة أعلي من 800 مئوية وتستغرق هذه العملية 10 دقائق , يتم خلالها اكسدة المواد المتبقية من المرحلة الـسابقة ويـصبح الكربون منشطا في النهاية جاهزا للاستخدام مرة اخري .

- ومن المهم ذكر انه هناك حوالي من 5 الي 10% من الكربون يتلف ويـدمر خلال عملية التنشيط بالطريقة الحرارية ويجب تعويضها بكربون منشط جديد خام , وأيضا قدرة أمتزاز الكربون المعاد تنشيطه أقل مـن قـدرة الامتـزاز للكربون المنشط الجديد الخام.

- في حالة وجود عناصر ثقيلة في مياه الصرف وتم امتزازها علـي الكربـون المنشط يكون من الضروري بعد التنشيط عمل غسيل لحبيبات الكربون بحمض وذلك لإزالة المعادن المتبقية والمكونات المعدنية من سطح حبيبات الكربـون وبالتالي زيادة نشاط الامتزاز لحبيبات الكربون بالنسبة للمركبات العضوية .

5-1-3-3 الفصل باستخدام الأغشية (Membranes)

وتستخدم هذه التقنية لإزالة الجزيئات الصغيرة جدا ولتحلية المياه، وقد تم مؤخرا تطوير هذه العملية لتتمكن من إزالة المواد العضوية مثل الزيوت والمواد الأخرى التى كانت تسبب إنسدادات وتدمير للأغشية فى السابق.

وتصنع هذه الأغشية من مواد مختلفة كلها ذات أحجام مـسامية متماثلـة تـسمح بمرور الجزيئات ذات الأحجام الأصغر وتحجز الجزيئات الأكبر.

ويمكن اعتبار الأغشية كمرشحات تعمل كعائق طبيعى ذو حجم مـسامى محـدد ومعروف.

والجدول الآتى جدول 5-6 يصف أنظمة الترشيح المختلفة ويقارن بين كل نظام من حيث المسام وقدرة كل غشاء علي حجز أنواع معينة من المكونات .

والترشيح الميكروني فيتراوح مسامه بين 0.1 الي 10 ميكرون ويحجـز المـواد العالقة وبعض أنواع البكتريا والكائنات الدقيقة .

والترشيح الفائق فيتراوح مسامه بين 0.01 الي 0.1 ميكرون يحجز المواد العالقة والبكتريا وانواع من الفيروسات والمواد الناتجة عن ايض الكائنات الممرضة .

الترشيح الفائق جدا فيتراوح مسامه بين 0.001 الي 0.01 ميكرون يحجز المواد العالقة و البكتريا والفيروسات والمواد الناتجة عن ايض الكائنات الممرضة وبعض الايونات مثل الأيونات الكبيرة (الحديد والمنجنيز) والعناصر الثقيلة والمبيدات ومبيدات الاعشاب ولكن لا يحجز الايونات احادية التكافؤ مثل الصوديوم والبوتاسيوم والايونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والماغنيسيوم .

الترشيح بالضغط الاسموزي العكسي فيتراوح مسامه بين 0.0001 الي 0.001 ميكرون يحجزكل المواد السابقة بالاضافة الي الايونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والماغنيسيوم وهناك اغشية حديثة تحجز جزء من الصوديوم والبوتاسيوم.

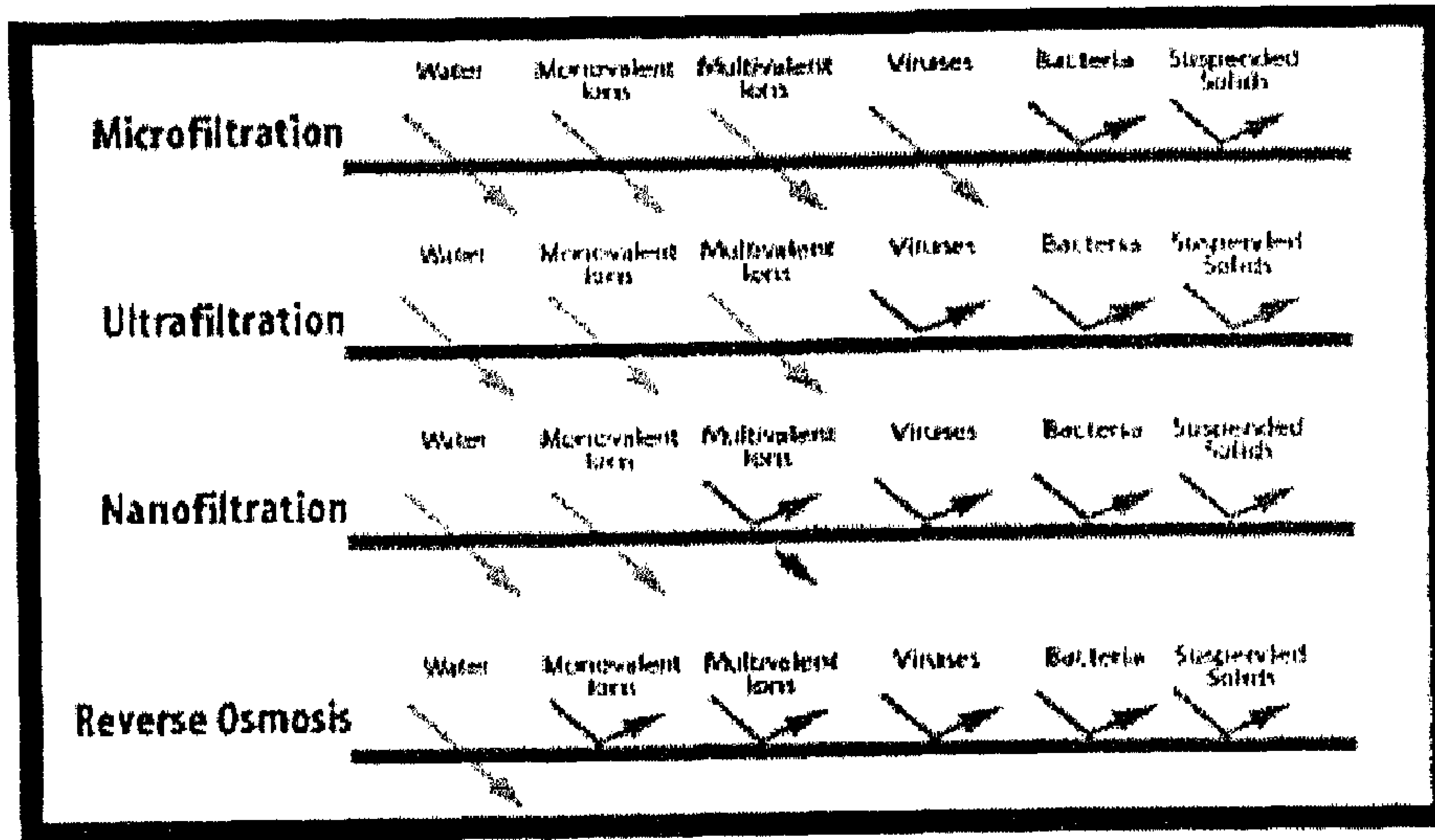
وهذا يتضح من الشكل الآتى حيث يمر الماء فقط في حالة الضغط الاسموزي العكسي (ونسبة قليلة جدا من ايونات الصوديوم والبوتاسيوم) .

جدول 5-6

Category	Pore size	Description
Microfiltration	0.1-10 u	Removes particulate matter and is the most common method of municipal filtration
Ultrafiltration	0.01u	Generally remove pathogens and separate biomass from treated effluent (more commonly used in drinking water systems)
Nanofiltration	0.001u	Remove pesticides and herbicides (and other source of infiltration) Remove some metals like heavy metals
Reverse Osmosis*	0.0001u	For water reuse applications- frequently used to remove ionic species and salt from solution and all dissolved constituents

والإشكال الآتية توضح خواص الأغشية والمواد التي يحجزها كل غشاء

شكل 5-6 يصف عمليات الترشيح مثل الترشيح الميكروني والترشيح الفائق والترشيح الفائق جدا والترشيح بالضغط الاسموزي العكسي.



Membrane Process Characteristics

شكل 5-6 يصف عمليات الترشيح وحجم المواد المراد حجزها والوزن الجزيئي لها

5-1-3-4 التبادل الايوني Ion Exchange

التبادل الايوني هي عملية يتم فيها تبادل الأيونات المشحونة المرتبطة بقوة ستاتيكية على سطح صلب بأيونات أخرى لها نفس الشحنة الكهربائية في محلول. ويمكن استخدام التبادل الايوني لإزالة العناصر الثقيلة مثل الكروم والزنك والرصاص من مياه الصرف الصناعي أو لإزالة مواد معينة مثل الامونيا.

تستعمل المبادلات الأيونية التي هي عبارة عن مواد صلبة لا تذوب في الماء لتخليص الماء من الأيونات الذائبة فيه. حيث يحتوي المبادل علي أيونات سالبة أو موجبة يمكن استبدالها بالأيونات الذائبة في الماء والمشابهة لها في الشحنة الكهربية.

وعند تشبع الزيوليت بالأيونات الموجبة يتم تنشيطه وإعادة فعاليته بغسله بمحلول مركز من كلوريد الصوديوم.

ومن المبادلات الأيونية التي تستخدم علي نطاق واسع في تنقية الماء ما يعرف بالمبادلات الصمغية وهي عبارة عن لدائن صلبة ذات جزئي كبير يرمز له بالرمز R ويحتوي هذا الجزيء الكبير علي أيونات سالبة (انيونات) متحركة (OH^-, Cl^-) قابلة للتبادل مع الأيونات الذائبة في الماء (مبادلات انيونية. (

ولتخليص الماء من الأيونات عامة يمرر أولا الي مبادل كاتيوني يحتوي علي ايونات الهيدروجين H^+ المتحركة حيث تنتقل الكاتيونات الذائبة في الماء الي المبادل ويذوب بدلا عنها ايونات. H^+

ثم يمرر الماء الخارج من المبادل الكاتيوني علي مبادل انيوني صلب يحتوي علي ايونات الهيدروكسيل OH^- حيث تنتقل الانيونات الذائبة في الماء الي المبادل الأنيوني ويذوب بدلا عنها الأيونات OH^- وتستخدم طرق التبادل الأيوني في مياه الصرف الصناعي في إزالة بعض الملوثات مثل إزالة الأمونيا من مياه الفضلات الصناعية وإزالة المعادن الثقيلة.

والجدول التالي يبين فعالية التبادل الأيوني في إزالة بعض ملوثات الصرف الصناعي

جدول 5-7

فعالية التبادل الايوني لإزالة بعض الملوثات

المادة او المركب	مردود الازالة %	مجال الاستعمال بالنسبة للتركيز مجم /لتر
النترات	75 - 95 %	
الأمونيا	88- 94 %	حتي 700
المواد الصلبة الذائبة	90%	حتي 5000
النتروجين العضوي القابل للانحلال	42 %	
الزئبق	90%	5000
الزرنيخ	77%	2.5
النحاس	90%	100
الكروم	95%	10
النيكل	98%	870
المنجنيز	76%	1.5
الباريوم	98%	12

إزالة الأمونيا من مياه الفضلات الصناعية بطريقة التبادل الأيوني.

يتم تبادل ايونات الأمونيا من مياه المخلفات الصناعية بايونات من شحنة مماثلة في محلول ما .معظم محاليل التبادل الأيوني المستعملة حاليا هي مواد صناعية , تتكون من جذور هيدروكربونية , بمجموعات ايونية قابلة للذوبان .مثلا يعد مركب الكلينوبتيولايت مادة فعالة في إزالة الأمونيا .وفي احد المنشأت الصناعية التي صممت لازالة واسترجاع نترات الامونيوم من مصنع لانتاج الأسمدة تحتوي مياه فضلاته علي 1500 مجم / لتر من نترات الأمونيوم , 430 مجم / لتر من نتروجين الأمونيا , و215 مجم /لتر من نتروجين النترات تتألف المعالجة من المراحل التالية:

- تجميع كل مياه الفضلات الصناعية ومياه الامطار في أحواض ترسيب كبيرة.
- ترشيح المياه عبر وسط ترشيح مزدوج .

- يخفض نتروجين الأمونيا من تركيز 430 مجم /لتر الي تركيز 3 مجم /لتـــر باستعمال محلول حمض قوي للتبادل الكاتيوني.
- يخفض نتروجين النترات من تركيز 215 مجم /لتر الي تركيز 4 مجم /لتـــر باستعمال محلول اساس (قاعدة) ضعيف (هيدروكسيد).
- يعاد استخدام المحلول الكاتيوني بواسطة حمض النيتريك 22%.
- يعاد استخدام المحلول الأنيوني بواسطة هيدروكسيد الأمونيوم 7%.

تزيح أيونات الهيدروكسيد النترات منتجة بذلك المادة المعاد استخدامها والحاوية علي نترات الأمونيوم المركزة .

الباب الخامس

5

الاستفادة والتخلص من مياه الصرف الصناعي

الفصل الثاني

5-2 النموذج المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصناعى

5-3 الانبعاثات الهوائية والتصرفات السائلة الناتجة عن تشغيل محطات معالجة مياه الصرف الصناعي

5-4 دراسة الصرف الصناعي لاكثر من صناعة

2-5 النموذج المتكامل لمعالجة مياه الصرف الصناعى

إن جميع تقنيات المعالجة والتى تم التطرق إليها مسبقا يمكن استخدامها لإنشاء نموذج للمعالجة المتتابعة لمياه الصرف الصناعى والتى يمكن وصفها كما يلى:

5-2-1 المعالجة الأولية:

تمر مياه الصرف الصناعى بعد دخولها إلى المحطة للمعالجة عبر مرشح لإزالة الجسيمات الكبيرة مثل قطع القماش أو الأعواد والتى يمكن أن تتسبب فى انسداد الأنابيب أو إلحاق الضرر بالمعدات، بعد ان تتم عملية الترشيح لمياه الصرف تدخل بعدها إلي حجرة فصل الرمال والحصى حيث يتم ترسيب الحصى والأتربة بالإضافة إلى النفايات للقاع.

وعملية الترسيب تمثل اكثر عمليات المعالجة الأولية انتشارا فى الوقت الحالى، فمن خلال وحدة الترسيب يتم ترسيب الجزيئات الصلبة فى قاع الخزان تحت ظروف مناسبة. ويمكن استخدام الكيماويات خلال المعالجة الأولية لمجرى الصرف أو لزيادة التخلص من الجزيئات الصلبة الصغيرة العالقة. وإن الاختزال الأولى للجزيئات الصلبة تعمل على تخفيض الاحتياجات للأكسجين فى المرحلة البيولوجية اللاحقة وكذلك خفض الحمل الصلب فى خزان الترسيب الثانوى. وبعد أن تتم الترسيب وإزالة الحصى، فان المواد العضوية وغير العضوية هى ما يتبقى فى مياه الصرف إضافة إلى المواد الصلبة العالقة. هذه الذرات الصلبة تكون من الدقة بحيث يمكن إزالتها من مياه الصرف فى خزان الترسيب.

وأن المعالجة الأولية وحدها أثبتت أنها يمكن ان تلبى بعض متطلبات الصناعات للحصول على جودة عالية لمياه الصرف بحيث تتوافق مع المعايير الخاصة بالصرف النهائى للمخلفات لمختلف أنواع المياه المستقبلة.

واهم عمليات المعالجة الاولية لمياه الصرف هي :

التصفية الميكانيكية

تثبيت معدل تدفق وتجانس مياه الصرف — عمليات المعالجة التمهيدية

فصل الزيوت

الترسيب — عمليات المعالجة الابتدائية (عمليات فيزيائية)

الطفو والتعويم

الترويب

التعادل		عمليات المعالجة الابتدائية (عمليات كيميائية)

5-2-2 المعالجة الثانوية

بشكل عام فان المعالجة الثانوية تتضمن عملية بيولوجية لإزالة المواد العضوية بواسطة الأكسدة الكيماوية الحيوية. وأن العملية البيولوجية المخصصة يتم اختيارها استنادا إلى عوامل عدة مثل كمية مياه الصرف، التحلل البيولوجي للمخلفات بالإضافة إلى توافر الأرض. أن التقنيات الرئيسية المستخدمة فى المعالجة الثانوية هى عملية الحماءة المنشطة والمرشحات الرملية (الزلطية).

خلال عملية الحماءة المنشطة فان مياه الصرف تغذى خزان هوائى حيث الكائنات الحية الدقيقة تستهلك المخلفات العضوية لصيانتها ولتوليد خلايا جديدة. وإن الحماءة المنشطة ترسب داخل وعاء ترسيب يسمى بالمروق أو المثخن. جزء من البكتيريا المثخنة عادة ما يعاد استخدامها بالمفاعل لتحسين الأداء من خلال زيادة تركيزات الخلية.

وأن المرشحات الرملية هى عبارة عن أوعية تحتوى على طبقات من الزلط والأحجار وقطع من البلاستيك أو أنواع أخرى من المواد. وتنمو على سطح هذه المواد طبقات من البكتيريا تقوم بإزالة المواد العضوية الذائبة من مياه الصرف التى تمر من خلال المرشح. ويتم غسل النمو الزائد من البكتيريا ثم يتم التخلص منه فى المروق.

وأن التوجه العام اليوم هو باتجاه استخدام عملية الحماءة المنشطة بدلا من المكثف (المنقى). عملية تنشيط الحماءة تسرع من عمل البكتيريا عن طريق جلب الهواء والحماءة المشبعة بالبكتيريا إلى الالتصاق بمياه الصرف. بعد أن تترك مياه الصرف خزان الترسيب فى المرحلة الأولية فإنها تضخ إلى خزان هوائى حيث تتم عملية الخلط مع الهواء والحماءة المحملة بالبكتيريا وتترك لتبقى عدة ساعات. خلال هذا الوقت فان البكتيريا تقوم بتكسير المواد العضوية إلى مواد غير ضارة يمكن استخدامها مرة أخرى. وبذلك تكون الحماءة المنشطة مضافا إليها البلايين من البكتيريا وغيرها من الكائنات الدقيقة يمكن استخدامها بإعادتها إلى الخزان الهوائى مرة أخرى للخلط مع

الهواء ومياه صرف جديدة. وأن مياه الصرف المعالجة بشكل جزئـي تنساب من الخزان الهوائى إلى خزان الترسيب لإزالة البكتيريا الزائدة.

3-2-5 المعالجة الثلاثية

العديد من التدفقات الصناعية المثالية تحتاج الى معالجة متقدمة أو ثلاثية لإزالة الملوثات الجزئية أو لتجهيز المياه لإعادة الاستخدام. بعض العمليات الثلاثية المتعارف عليها هى إزالة مركبات الفسفور عن طريق التخثر باستخدام الكيماويات، إزالة مركبات النيتروجين عن طريق انتزاع الأمونيا باستخدام الهواء أو النيترية-اللانيترية فى المفاعلات البيولوجية، وإزالة المواد العضوية المتبقية والمركبات الملونة بواسطة التكثيف بالكربون النشط بالإضافة إلى إزالة المواد الصلبة المذابة بواسطة عمليات الأغشية (الضغط الاسموزى العكسى و الالكتروليدية). غالبا ما تعالج المياه المنصرفة بالكلورين أو الأوزون للقضاء على البكتيريا المسببة للأمراض قبل التخلص منها وصرفها المياه المستقبلة.

والمعالجة الثلاثية معدة مبدئيا لتطوير الجودة أو لصقل الصرف وأيضا لإزالة المواد الصلبة العالقة، الأكسجين الحيوى الممتص والأملاح المغذية الزائدة. وأن العمليات المتعددة للمعالجة الثلاثية والمطبقة على الصرف الصناعى هى كما يلى:

- التخثر والترسيب.
- التكثيف بالكربون النشط.
- الالكتروليدية.
- النترتة البيولوجية.
- تبادل الأيونات.
- الترشيح الفائق.

بشكل عام فان المعالجة الثلاثية تحتاج إلى حرفة ودقة فى التصميم والإنشاء والتشغيل.

وعموما فان معظم مشروعات معالجة مياه الصرف تشمل بعض او كل من مراحل المعالجة الآتية:

صرف خام ← معالجة تمهيدية ← معالجة ابتدائية ← معالجة ثانوية
معالجة متقدمة ← مياه معالجة ناتجة

في المعالجة التمهيدية(الاولية) : يتم التخلص وازالة المواد الثقيلة والكبيرة الحجم بالطرق الفيزيائية والطبيعية.

في المعالجة الابتدائية : يتم ترسيب المواد العالقة وبعض المواد العضوية وازالة المواد الطافية .

في المعالجة الثانوية (البيولوجية) : اكسدة وتثبيت المواد العضوية الذائبة وتحويلها إلي نواتج نهائية ثابتة بسيطة.

في المعالجة الثلاثية (المتقدمة) : ازالة بعض الجسيمات والمواد الدقيقة واستعادة لبعض العناصر الموجودة في المياه وتنقية اكثر للمياه الناتجة .

3-5 الانبعاثات الهوائية والتصرفات السائلة والمخلفات الصلبة الناتجة عن تشغيل محطات معالجة الصرف الصناعى

5-3-1 الانبعاثات الهوائية

تتمثل الانبعاثات المتوقعة من محطات معالجة الصرف الصناعى فى انبعاثات غازية وروائح وتتكون غالبا من غاز كبريتيد الهيدروجين وثانى أكسيد الكبريت وثانى أكسيد الكربون، والتى تنبعث عادة من أنواع معينة من وحدات المعالجة البيولوجية. وتنبعث أيضا الروائح الكريهة الناتجة من هذه الغازات كنتيجة للحمل العضوي الزائد للصرف الصناعى أو بسبب المشاكل والأعطال وسوء الصيانة للمرشحات الزلطية أو المروقات الأولية والثانوية أو أحواض تثخين الحماءة.

5-3-2 التصرفات السائلة

تعتمد التصرفات السائلة الخارجة من محطات معالجة الصرف الصناعى على طبيعة أسلوب المعالجة المستخدم، فإذا كانت المعالجة ميكانيكية، فإنه عادة يتم تصريف الماء المعالج إلى المجارى العمومية. وهذا يعتمد على نوع الصناعة فمثلا إذا كانت المياه المعالجة خارجة من مصنع ورق، فيمكن إعادة استخدام المياه المعالجة فى الصناعة. وإذا كانت المعالجة بيولوجية، فيمكن استخدام المياه المعالجة بعد الكلورة فى عمليات الري. وقد بدأت فكرة إعادة استخدام المياه المعالجة فى الصناعات المختلفة فى الانتشار حيث تعتبر مصدرا للمياه منخفض التكلفة. وهناك احتمالات عديدة

لإمكانية تسرب الكيماويات والمواد الخطرة إلى التصرفات المعالجة لذلك، فمن أجل تجنب المخاطر الصحية المحتملة، يوجد هناك طرق عديدة متقدمة للمعالجة الثلاثية للصرف الصناعى تشمل عمليات التطهير وتناسب معظم المواصفات القياسية لإعادة استخدام المياه المعالجة فى الصناعات المختلفة.

5-3-3 المخلفات الصلبة

تشمل المخلفات الصلبة الناتجة عن محطات معالجة الصرف الصناعى مخلفات المصافى وأحواض حجز الرمال والزلط والمكشوط (Scum) والحماءة. وعادة تكون الحماءة الناتجة عن عمليات معالجة الصرف فى شكل سائل أو شبه سائل قبل مرحلة نزع المياه. وتعتبر المشاكل المتعلقة بالحماءة معقدة حيث أن الحماءة تحتوى غالبا على المواد المسئولة عن المواصفات الكريهة لمياه الصرف الغير معالجة.

ويتم إنتاج الجزء الناتج من المعالجة البيولوجية فى شكل مختلف (حماءة ناتجة عن البكتريا الغير نشطة) وهى أيضا تحتاج إلى التخلص منها حيث أنها تتحلل وتنتج مواد كريهة، وهناك جزء صغير فقط يحتوى على مواد صلبة. وتستخدم عمليات التثخين (التركيز) والتجهيز ونزع المياه والتجفيف من أجل إزالة الرطوبة من الحماءة. ويجب تجفيف الحماءة الكيميائية المحتوية على مواد خطرة (مثل المعادن الثقيلة) ثم التخلص منها فى مدفن معد لهذا الغرض. أما الحماءة البيولوجية المجففة والمواد الصلبة الغير خطرة الناتجة عن محطات معالجة الصرف الصناعى، فيتم التخلص منها فى المدافن الصحية أو وحدات التخلص المخصصة لهذا الغرض.

ملخص لعملية الصرف الصناعي: طبيعتها وطرق معالجتها

جدول 5-2

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
الصناعات النسيجية	عملية المعادلة، الترسيب الكيميائى، المعالجة البيولوجية، الترشيح الهوائى (و/أو) بالتقطير	قلويات عالية، ملونات، أكسجين كيميائى ممتص وحرارة، تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة
المنتجات الجلدية	المعادلة، الترسيب والمعالجة البيولوجية	تركيزات عالية من المواد الصلبة الكلية، مياه عسرة، املاح كبريتية، كروم، الاس الهيدروجينى، جير مترسب، أكسجين الحيوى الممتص
	الترشيح، الترسيب الكيميائى، التعويم والتكثيف	عكارة عالية، القلوية و مواد صلبة عضوية
صناعة المعلبات		ارتفاع فى المواد الصلبة العالقة، مواد عضوية متحدة وذائبة
منتجات الألبان	التحميض، المعالجة البيولوجية بالتعويم ، الترشيح الهوائى، الحماءة النشطة	ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة اغلبها بروتين ودهون بالاضافة الى اللاكتوز
المشروبات الكحولية والمعدنية		ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والتى تحتوى على النيتروجين والنشا المخمرة او منتجاتها
منتجات اللحوم والدواجن	الترشيح، الترسيب (و/او) التعويم، التنقية بالتقطير	ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والعالقة، الدم، غيرها من البروتينات والدهون

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
بنجر السكر		ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والعالقة المحتوية على سكر وبروتين
المنتجات الدوائية	الحماءة النشطة	ارتفاع فى المواد العضوية الذائبة والعالقة
الخميرة	الهضم العضوى، التنقية بالتقطير	ارتفاع فى المواد الصلبة (غالبا ما تكون عضوية) واكسجين حيوى ممتص
المخللات	الترتيب الجيد للمصنع، الترشيح، المعادلة	اس هيدروجينى متغير، تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة، لون ومواد عضوية
القهوة	الترشيح، الترسيب بالاضافة الى التنقية بالتقطير	تركيز مرتفع من الاكسجين الحيوى الممتص و المواد الصلبة العالقة
الأسماك	ازالة الزيت، المعالجة البيولوجية	تركيز عالى جدا من الاكسجين الحيوى الممتص، مواد عضوية كلية، زيوت وشحوم بالاضافة الى الروائح
المثلجات	الترشيح، عملية المعادلة	اس هيدروجيني مرتفع، مواد صلبة عالقة واكسجين حيوى ممتص،
المخبوزات	التغير الى الاكسدة البيولوجية	اكسجين حيوي ممتص مرتفع، شحوم، مياه غسيل، سكريات، نكهة، منظفات
وحدات إنتاج المياه	الترشيح	معادن ومواد صلبة عالقة
قصب السكر	عملية المعادلة، اعادة الحسابات، المعالجة الكيميائية، بعض عمليات	أس هيدروجينى متغير، مواد عضوية يجب ان تكون مرتبطة باكسجين حيوى ممتص فى

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
	الاكسدة الهوائية المختارة	صورة كربونية
زيوت النخيل	عملية المعادلة، الترويب، التعويم، الفلترة	اكسجين حيوى وكيميائى ممتص ذو تركيز مرتفع، مواد صلبة، دهون كلية واس هيدروجينى منخفض
الورق ولب الورق		اس هيدروجينى مرتفع او منخفض، لون، مواد صلبة عالقة، ملتحمة وذائبة عالية، مرشحات غير عضوية
التصوير	استرجاع الفضة، التدفق	قلوية، تحتوى على انواع مختلفة من عوامل الاختزال العضوية وغير العضوية
طلاء المعادن	الكلورة القلوية للسيانيد، الاختزال والترسيب للكروم، الترسيب الكلسى على معادن اخرى	احماض، معادن، مواد سامة، حجم قليل، غالبا مواد معدنية
المجالات والمصافى النفطية	استرجاع الاملاح، الحرق الحمضى للحماءة القلوية	املاح ذائبة عالية من الحقول، اكسجين حيوى ممتص مرتفع، رائحة، فينول بالاضافة الى مركبات كبريتية من المصافى
استخدامات البترول كوقود	التسريب ومنع الانسكاب، التعويم	ارتفاع فى الزيوت المستحلبة والذائبة
المطاط	الكلورة الهوائية، الكبريتية، المعالجة البيولوجية	ارتفاع الاكسجين الحيوى الممتص، رائحة، ارتفاع فى المواد الصلبة، اس هيدروجينى متغير، كلوريد عالى
الزجاج	ترسيب الكالسيوم كلوريد	لون احمر، مواد صلبة قاعدية غير قابلة للترسيب
تصنيع الصمغ	معالجة هوائية بيولوجية، التعويم، الترسيب الكيميائى	اكسجين كيماوى ممتص مرتفع ، اكسجين حيوى ممتص، اس هيدروجينى، كروم، أملاح

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
		معدنية قوية دورية
تصنيع الشمع	الهضم اللاهوائى	احماض عضوية (دهنية)
الحاويات المعدنية	فصل الزيت، الترسيب الكيميائى، التجميع واعادة الاستخدام، التخزين فى خزانات، امتصاص الكربون النهائى	رقائق معدنية، شحم، زيوت، اس هيدروجينى متغير، مذيبات، معادن ذائبة
البتروكيماويات	الاسترجاع و اعادة الاستخدام، المعادلة وعملية المعادلة، الترويب الكيميائى، الترسيب او التعويم، الاكسدة البيولوجية	اكسجين كيميائى ممتص مرتفع، المواد الصلبة الذائبة، معادن، نسبة من الاكسجين الكيميائى الممتص الى الاكسجين الحيوى الممتص
الأسمنت	فصل الغبار المتصل بالمجرى، عملية المعادلة والترسيب	مياه التبريد الساخنة، مواد صلبة عالقة، بعض الاملاح الغير عضوية
الاسبستوس	الحجز فى برك، عملية المعادلة والدفن فى الارض	اسبستوس عالق، ومواد صلبة معدنية
الأصباغ والأحبار	برك لفصل الاصباغ، الترويب الكلسى لاحبار الطباعة	تحتوى على مواد صلبة عضوية من الصباغة، راتنجات، زيوت، مذيبات وغيرها
الأحماض	عملية المعادلة، الحرق فى حالة ظهور بعض المواد العضوية	اس هيدروجينى منخفض، مكونات عضوية منخفضة
المنظفات	التعويم و الترشيح، الترسيب بكلوريد الكالسيوم	اكسجين حيوى ممتص مرتفع وصابون
نشا الذرة	المعادلة، الترشيح البيولوجى، الهضم اللاهوائى	اكسجين حيوى ممتص مرتفع ومواد عضوية ذائبة، غالبا نشا ومواد اخرى لها علاقة بها

الصناعة التى يصدر منها ملوثات	أهم مناهج المعالجة والترسيب	المواصفات الهامة
المبيدات	التكثيف بالكربون النشط، كلورة القاعدية	مواد عضوية، مواد بنزينية، مواد سامة للبكتيريا والاسماك، أحماض
الفورماهاليدات	التنقية بالتقطير، التكثيف بالفحم النشط	عادة ما يكون الاكسجين الحيوى الممتص والالدهيد مرتفع ، مواد سامة للبكتيريا بتركيزات عالية
المشرحة	الكلورة	املاح الدم، فورمالديهيدات، اكسجين حيوى ممتص
مخلفات المستشفيات	الحمل والتسخين، التهوية	بكتيريا، مواد كيماوية مختلفة ذات نشاط اشعاعى
المواد العضوية	محطات التحكم للتكسير البيولوجى، تعديل العملية	أنواع مختلفة من الكيماويات العضوية
الطاقة البخارية	التبريد بالتهوية، تخزين الرماد، معادلة الزيادة فى المخلفات الحمضية	حرارة، حجم مرتفع، ارتفاع المواد الصلبة الغير عضوية والذائبة
المخلفات الناتجة من المرشحات الهوائية	يتم ازالة المواد الصلبة بالترسيب، يتم ضبط الاس الهيدروجينى واعادة استخدامه	جزيئات، ثانى اكسيد الكبريت، مواد ممتصة غير نقية او امونيا، هيدروكسيد الصوديوم
الفحم	معالجة كيمياوية باستخدام الترسيب والتعويم	تركيزات عالية من مواد صلبة عالقة اغلبها فحم، تركيز قليل للأيون الهيدروجينى، تركيزات عالية من حمض الكبريتيك وكبريتات الحديد

4-5 دراسة الصرف الصناعي لاكثر من صناعة

اولا دراسة الصرف الصناعي للصناعات النسيجية

ثانيا صناعة الالبان كاحد الصناعات الغذائية

ثالثا صناعة السكر

رابعا مصانع الزبدة والسمن والزيوت

خامسا مياه صناعة الحليب ومشتقاته

سادسا صناعة خفظ الخضراوت والفواكه

سابعا مصانع حفظ اللحوم والمسالخ

ثامنا مصادر التلوث المرتبطة بوحدات توليد الطاقة

تاسعا صناعة الورق

عاشرا معالجة مخلفات المدابغ

احدي عشرة الصناعات البترولية

اثنتي عشرة الصناعات التعدينية

ثلاث عشرة مخلفات الزيوت

اربع عشرة صناعة الاسمنت

خمس عشرة خمسة عشرة صناعة الاسمدة

ست عشرة المخلفات السائلة لصناعة البويات

سبع عشرة المخلفات السائلة للمنشآت المنتجة للمواد الذرية والاشعاعية

5-4-1 اولا دراسة الصرف الصناعي للصناعات النسيجية كاحد الصناعات الهامة في مصر

تتسبب الصناعة عادة فى تلوث البيئة من حيث هواء المنشاة الصناعية ، وهواء المناطق المحيطة بها ، كما تلوث مياه الصرف الصناعى المياه السطحية التى تصرف فيها فتؤثر على الصلاحية الحيوية لهذه المياه وقد تسبب تسممها . وتعتمد درجة خطورة الملوثات الصادرة من الصناعة على نوعية الصناعة ومدخلاتها والطرق التكنولوجية المستخدمة بها .

وبالرغم من ان صناعة الغزل والنسيج تعتبر نسبيا اقل تلوثا للبيئة مقارنة مع الصناعات الاخرى مثل الحديد والصلب ، والورق ، والبترول ، الا ان بها خطوط انتاج تعتبر مصادرا خطرة للتلوث البيئى ولها تأثيرات ضارة على صحة العمال وحيوية المياه السطحية مثل الانهار والبحيرات ، ....الخ، لذلك اهتمت جميع دول العالم بحماية البيئة من التلوث الصناعى بوضع القوانين والحدود الخاصة بانواع الملوثات التى تضر بصحة الانسان والبيئة الطبيعية.

ويعتبر مشروع التحكم فى التلوث الصناعى بمصر من أهم الوسائل التى تهدف الى الحد من التلوث الصناعى ، والى حماية البيئة من الآثار الضارة لصحة العمال والسكان، والمياه السطحية الطبيعية التى تصرف فيها مياه الصرف الصناعى . وتتحقق هذه الاهداف عن طريق اعداد فرق تفتيش صناعى مؤهلة فنيا فى الصناعات المختلفة ومصادر التلوث بها والحدود القانونية للملوثات البيئية المختلفة وطرق قياس تركيزاتها والإجراءات القانونية التى تتخذ فى حالة مخالفة المنشآة الصناعية للقوانين البيئية. كما تلم فرق التفتيش بالوسائل المختلفة للحد من التلوث فى الصناعات المختلفة لارشاد المنشآت الصناعية المخالفة لكى تتوافق مع الحدود البيئية القانونية المسموح بها.

وتتسبب صناعة الغزل والنسيج والملابس في تلوث البيئة من خلال الانبعاثات الهوائية، والصرف الصناعى و المخلفات الصلبة.

وتمثل المخلفات السائلة لهذه الصناعة اهمية كبرى تزيد عن أهمية الانبعاثات الهوائية والمخلفات الصلبة وذلك لشدة التأثيرات البيئية التى تسببها، حيث تحتوى مياه الصرف الصناعى الناتجة من عمليات الغسيل المختلفة على كميات كبيرة من التلوث

ممثله فى مواد عضوية، ومواد عالقة مثل الالياف والشحومات، كما تحتوى المخلفات السائلة كذلك على قلويات وكيماويات سامة ، التى اذا تم تصريفها الـى المـساحات المائية فانها تعمل على تخفيض الاكسجين الذائب وتتلف الحيـاة المائيـة ويمكـن ان تعرض مستخدمى هذه المياه الى تأثيرات سامة. وتستخدم عمليات المعالجة السائلة فى الصناعات النسيجية كميات ضخمة من المياه يتولد عنها كميات ضخمة من المخلفات السائلة الملوثة بمواد كيماوية مختلفة.

والمصدر الرئيسى للتلوث فى عمليات التصنيع الجافة مثل غزل القطن، والنسيج، والتريكو ، ... الخ هو تراب القطن والزغب العالق الذى يلوث هـواء بيئـة العمـل ويتسبب فى تأثيرات صحية للعمال متمثلة فى الأمراض الصدرية.

ومن المصادر الهامة للتلوث فى الصناعات النسيجية بالنسبة للعمليات الجافة هـو التلوث السمعى او الضجيج الذى يصدر من الماكينات عموما لاسيما الماكينـات ذات السرعات العالية مثل ماكينات الغزل، والتدوير والانوال، ...الخ . وتـشمل خطـوط الانتاج عادة على عدد كبير من الماكينات فى العملية الواحدة مما يتسبب فى احـداث مستويات عالية من التلوث السمعى والضجيج تحتاج الى مجهودات فنية لتخفيضها الى الحد الادنى.

وصـــف الصنـاعة

تتعامل صناعة الغزل والنسيج مع الخامات النسيجية فى شكل يعتمد على نوعيـة الصناعة ،وكيماويات ومدخلات اخرى كما هو مبين فيما يلى:

5-4-1-1 المواد الخـام والكيماويات والمدخلات الأخرى

توضح الجداول (5-3) العمليات الصناعية، المواد الخام والمنتجـات مـن هـذه العمليات بالإضافة إلى الملوثات الناتجة منها.

جدول 5-3 المواد الخام للصناعات الفرعية التالية

غـــزل القـطن	قطن خام، الياف صناعية بمواصفات القطن، أو خلطات القطـن مع الالياف الصناعية، وترد الالياف الى المصنع فى بالات.
غـــزل الصـوف	الياف الصوف، الالياف الصناعية بمواصفات الصوف، أو خلطات الصوف مع الالياف الصناعية. وترد الياف الصوف الـى المصنع فى بالات.
النسيــج	خيوط قطن، صوف، الياف صنـاعية، خيوط مخلوطة، مضخمة، مطاطة ، ... الخ.
الـتريكو	خيوط قطن، صوف، الياف صناعية، خيوط مخلوطة، مضخمة ، مطاطة ، ....الخ.
أقمشة غير منسوجة	صوف، الياف صناعية، خلطات الياف الصوف مـع الاليـاف الصناعية.
سجاد التفت	خيوط اكريليك، نايلون، بولى بروبلين، مخلوطة ، ...الخ.
صناعة الملابس	أقمشة منسوجة، أو تريكو، من القطن أو الصوف ، أو الاليـاف الصناعية، أو أقمشة مخلوطة من الياف طبيعية مع الياف صناعية، أقمشة الحشو ،أقمشة البطانات، أزرار، سوست، ...الخ.

جدول 5-4 الكيمـاويات للعمليات الرطبة التـالية

البـوش	بوليفينايل الكحول، كاربوكسى ميثايل سـليلوز، زيـوت، شـمع، مـواد لاصقة، يوريا، داى اثلين جليكول، ....الخ.
ازالـة البـوش	انزيم ، حامض كبريتيك، منظفات صناعية، قلويات.
الغسـيل	هيدروكسيد الصوديوم، كربونات الصوديوم، مذيبات تحتوى على الكلور، خافض للتوتر السطحى (Surfactant)
التـبييض	هيبوكلورايت، فوق اكسيد الهيدروجين، حامض أسيتيك
المـرسرة	هيدروكسيد الصوديوم، خافض للتوتر السطحى، حامض، سائل أمونيا .
الصـبـاغة	مواد صباغة، اضافات كيماوية، مواد مختزلة، مواد مؤكسدة.
الطبـاعة	مواد صباغة (احماض أو قلويات)، صبغ، كيروسـين، مـواد لاصـقة، أمونيا، زيلين.
تجهيز كيماوى	فورمالدهايد، فسفور، أمونيا، سليكون، فلوروكربون، راتيـنج، تولـوين، املاح زيـركون، ....الخ.

5-4-1-2 المـيـــاه

تشتمل صناعة الغزل والنسيج على كثير من العمليات الرطبة التى تـستخدم فـى خطوط الانتاج المختلفة، مثل البوش، وازالة البوش، والغسيل، والتبييض، والـصباغة والتجهيز وغير ذلك. وهذه العمليات الرطبة تستهلك كميات ضخمة من المياه و التـى تقدر بحوالى 200 لتر لكل كيلو جرام من المنتجات النسيجية. لذلك فان المياه تعتبر من المدخلات الهامة لصناعة الغزل والنسيج. وينبغى فى بعض الحالات معالجـة الميـاه الخام فى محطة خاصة بالمنشأة، لإزالة عسر المياه، قبل اسـتخدامها فـى العمليـات الصناعية الرطبة.

5-4-1-3 العمـليـات الإنتـــاجية

تشتمل صناعة الغزل والنسيج على الخطوط الانتاجية، والوحدات الخدمية المختلفة التالية:

جدول 5-5

العمليات الإنتاجية	الوحـدات الخدميـة
انتــاج الغــزل	الغلايــــات
غزل القطن (والخلطات مع الالياف الصناعية)	ابراج تبريـــد
غزل الــصـوف (والخلطــات مــع الاليــاف الصناعية)	معمــل اختبــار الجودة
انتـــاج القمـــاش	ورش ميكانيكية وكهربيــة
النسيـــج	جـــراج
التريكو	مخــازن للخــامات والمنتــجات
الاقمشة غير المنسوجة	وحدة معالجة الميــاه المستخدمة فــى العمليــات الإنتاجية
سجـــاد التفت	محطة معالجة مياه الصــرف الصناعى
التجهـــيز	وحدة شــفط اتربة وزغــب القــطن
تحضيرات التجهيز (حريق وبرة- تبييض ...)	
الصـــباغــة	
الطبـــاعة	
التجهيــز الكيميــائى	
صنـــاعة الملابس	
انتــــاج الالياف الصناعية	
انتــاج الفسكــوز	
انتــاج النايلون	
انتــاج البوليستر	

5-4-1-4 صناعة الغزل

توضح الجداول (1، 2) العمليات الصناعية، المواد الخام والمنتجات من هذه العمليات بالإضافة إلى الملوثات الناتجة منها. وفيما يلى شرح للطريقتين التكنولوجيتين للغزل:

جدول 1

غزل القطن	يبين شكل (1) خط الانتاج لغزل القطن. فى هذا الخط يمر قطن البالة على ماكينات متتالية لتنظيفه من الاتربة والشوائب والمواد الغريبة، وتفتيحه، وخلطه وتسريحه ثم سحبه الى خيط رفيع واعطائه برمات لانتاج الخيط. ويمكن استخدام نفس خط الانتاج لغزل الالياف الصناعية التى لها نفس مواصفات القطن، أو خلطات منها مع القطن ويتم تدوير الخيوط الناتجة من الغزل على بكر مخروطى فى عبوات كبيرة على ماكينات التدوير.
غزل الصوف	يبين شكل (2) عمليات التصنيع فى خط انتاج غزل الصوف. فى هذا الخط تمر الياف الصوف من البالة الى عمليات غسيل من الشحوم، وكربنه المواد النباتية، وتسريح، وتمشيط ثم سحب الشعيرات الى خيط رفيع يبرم لتكوين الخيط. ويتم تدوير الخيط الى بكر اكبر حجما كانتاج نهائى يستخدم فى صناعة النسيج، والتريكو والسجاد. ويستخدم نفس الخط فى غزل الالياف الصناعية من نوعية الصوف او خلطات الصوف مع الالياف الصناعية.

5-4-1-5 الوحدات الخدمية ومصادر التلوث المرتبطة بها

تتواجد بعض أو كل الوحدات الخدمية الموضحة فيما يلى فى مصانع الغزل والنسيج ذات الحجم المتوسط أو الكبير. اما مصانع الملابس صغيرة الحجم فمن الجائز عدم تواجد اى من هذه الوحدات على الاطلاق. وقد تمثل الوحدات الخدمية مصادر تلوث من الواجب اجراء التفتيش والمراقبة عليها.

5-4-1-6 الغلايات

تستخدم الغلايات لتوليد البخار للأغراض التالية :

- للحصول على الطاقة الحرارية للعمليات الصناعية الرطبة (الغسيل، البوش، الصباغة، التجفيف، ...الخ)
- لتوليد الطاقة الكهربية لإدارة ماكينات ومعدات المصنع، وذلك فى بعض المصانع الكبيرة وفى هذه الحالة يحترق الوقود فى الغلاية لتحويل المياه الى بخار تحت ضغط عالى، يستخدم لادارة التربينة المتصلة بمولد كهربائى لتوليد الطاقة الكهربية، كما يمكن توليد البخار تحت ضغط منخفض لاستخدامه فى العمليات الصناعية المختلفة. ونتيجة لاحتراق الوقود فى الغلاية مثل المازوت، أو زيت الديزل (السولار)، تتولد انبعاثات تحتوى على جسيمات عالقة فى الهواء (تتضمن معادن اذا كانت متواجدة فى الوقود بتركيزات معنوية)، واكاسيد الكبريت والنيتروجين، ومركبات عضوية متطايرة

ويعتمد تركيز هذه الملوثات فى غازات عادم الغلاية على طريقة الاشتعال (من حيث تصميم فونيه الوقود، وارتفاع المدخنة)، ونظام التشغيل ومعدل استهلاك الوقود.

ويتولد عن استعمال الغلاية مياه صرف (مياه تفوير) للمحافظة على تركيز الاملاح الذائبة عند المستوى الذى يمنع ترسيب الاملاح وبالتالى يمنع تكوين القشور الكلسية فى الغلاية. وتحتوى هذه المياه التى تصرف من الغلاية على نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة.

وفى حالة محطات القوى، تستخدم المياه لتبريد التربينات، كما تتولد كميه من المياه نتيجة لتكثيف بخار العمليات الصناعية. وتعتمد كمية مياه الصرف المتولد على طريقة التبريد المستخدمة بدائرة مفتوحة، او مغلقة، وعلى طريقة اعادة استخدام البخار.

وقد يحدث تلوث لمياه الصرف من عملية التزييت، و زيوت الوقود. وقد يعاد البخار المتكثف من العمليات الصناعية الى الغلاية (فى حالة الدائرة المغلقة) او يصرف كمياه صرف، مسببا مصدرا للتلوث للسوائل المنصرفة من المصنع.

5-4-1-7 وحدات معالجة المياه

يوجد طرق معالجة مختلفة، تعتمد على نوعية مصدر المياه، والغرض من استخدامه فى العمليات الصناعية

- *ازالة عسر الماء للمياه متوسطة العسر*

تزال ايونات الكالسيوم، والمغنسيوم من الماء العسر بواسطة تبادل الكاتيون (أيون موجب الشحنة) لأيونات الصوديوم وعندما يقوم راتينج التبادل بازالة الأيونات الى حدود طاقتها، تتولد الى تكوين الصوديوم مع محلول ملح (كلوريد صوديوم) فى مدى رقم هيدروجينى (6-8). ويجرى ذلك باستخلاص مادة ازالة العسر، وغسيل اضافى بمحلول ملح، وشطف لازالة الملح الزائد، ثم استعادته للاستعمال. ويكون مستوى العسر فى الماء المعالج اقل من جزء واحد فى المليون ممثلا فى صورة كربونات كالسيوم.

- *ازالة العسر فى المياه المحتوية على عسر عالى من البيكربونات*

يعالج ماء الآبار والقنوات قبل ازالة العسر، حيث يعالج اولا باستعمال الجير ثم بتبادل الكاتيون. ويعمل الجير على تخفيض المواد الصلبة الذائبة بواسطة ترسيب كربونات الكالسيوم، وهيدروكسيد الماغنسيوم من الماء. ويمكن تخفيض عسر الكالسيوم الى 35 جزء فى المليون فى حالة اعطاء فرصة سليمة للترسيب. وتضاف مادة للتخثر مثل كبريتات الالومنيوم، أو كبريتات الحديد لمساعدة هيدروكسيد الماغنسيوم على الترسيب ويضاف هيبوكلورايت الكالسيوم فى بعض الحالات. ويستخدم حاليا مواد عضوية "بولى الكترولايت" كبديل لكثير من المواد المعتادة غير العضوية المساعدة على التجمد. وتصرف ترسيبات الحماءة المتكونة الى مواقع المخلفات، وتغذى مياه الصرف الى مرشح رملى يتبعه مرشح كربونى لازالة المواد المسببة للرائحة والمذاق. ثم يستخدم مرشح دقيق لازالة الشوائب المتبقية. ومن الطرق الناجحة للإسراع فى عملية الترسيب، ملامسة الوحل السابق ترسيبه بالماء الخام والكيماويات. وتعمل دقائق الحماءة أنوية لترسيبات اخرى، وتكون النتيجة تفاعل اسرع واكمل، وترسيب اسهل واكثر للجسيمات الموجودة بمياه الصرف.

- *التناضح العكسى*

يمكن ازالة تعدن مياه الصرف بواسطة الانتشار الاسموزى العكسى، حيث تمرر المياه من خلال غشاء نصف منفذ تحت تأثير ضغط الضخ.

8-1-4-5 أبـراج التبريد

تستخدم مياه التبريد فى بعض عمليات الغزل والنسيج، لاسيما فى انتاج الاليـاف الصناعية مثل الفسكوز فى عملية خلط السليوز القلوى مع كبريتيد الكربـون، حيـث

يتولد عن التفاعل الكيميائى كميات كبيرة من الحرارة فى الخلاط الذى يتم تبريده بالمياه. وتقوم ابراج التبريد باعادة استخدام مياه دورة التبريد، وبذلك تعمل على تقليل استهلاك المياه. ويتم التبريد من خلال التبخير الجزئى. ويتسبب ذلك فى زيادة تركيز الاملاح الذائبة، التى يمكن التحكم فيها بواسطة التفوير بصرف جزء منها الى مياه الصرف الصناعى بالمصنع واستبدالها بمياه تعويضية . وتتسبب المياه المركزة بالاملاح الذائبة فى تلوث مياه الصرف التى تصرف اليها.

5-4-1-9 المعامل

تكون معامل الشركة مسئولة عما يأتى :

- اختبار الخامات (الياف ، خيوط، أقمشة، .... الخ)، والكيماويات (الاحماض، والقلويات، والمنظفات، والاصباغ، ...الخ)، والمياه النقية، ومياه الصرف للتأكد من مطابقة هذه المواد للمواصفات المطلوبة.
- مراقبة جودة المنتج خلال عمليات التصنيع، وجودة المنتج النهائى لخط الانتاج للتأكد من
- مطابقته للمواصفات القياسية المطلوبة.
- نظرا لأن الصناعات النسيجية تتطلب كثيرا من الاختبارات المعملية لمواد كيماوية، التى قد تكون خطرة، فان معمل الاختبار مسئول عن طرق التداول الصحيحة، والاحتياطات اللازمة لتداول هذه الكيماويات واختبارها دون ان تسبب أضرارا للمختبرين او لبيئة المعمل او المصنع.

5-4-1-10 الورش والجراج

يوجد فى الشركات الكبرى للصناعات النسيجية ورش ميكانيكية واخرى كهربية لاعمال الصيانة والاصلاحات للماكينات والمعدات، وقد تتسبب هذه الورش فى التعدى على الحدود القانونية للبيئة نتيجة لما يلى:

- الضوضاء الصادرة من بعض الالات والمعدات.
- مياه الشطف الملوثة بزيت التزليق (التشحيم).

ويعتمد التلوث فى الجراج على نوعية الخدمات التى يقدمها، حيث يستلزم وجود محطة جازولين أو زيت الديزل وجود خزانات وقود تحت الارض أو فوق سطح الارض، مما يتطلب خطة لمراقبة التسرب أو الفائض. وفى حالة استبدال زيت التزليق

فان الزيت المستعمل اما يصرف الى شبكة الصرف العمومية ويسبب مصدرا للتلوث، أو يباع لمحطات لاعادة تدويره.

5-4-1-11 المخازن

تعتمد مواصفات المخازن على طبيعة وخواص المواد المطلوب تخزينها.

- المواد الخام للصناعات النسيجية عبارة عن مواد ليفية أو شعيرية وهى قابلة للاشتعال ويجب تخزينها تحت احتياطات الوقاية من الحريق. وفى حالة ما تخزن بالات القطن أو الالياف فى العراء، يلزم وضعها فوق قواعد خشبية تعزلها عن الارض، وتغطيتها بمشمعات ضد الحريق
- يستخدم فى العمليات الصناعية الرطبة عدد كبير من الكيماويات، وكثير من هذه المواد يعتبر خطرا ويتطلب تخزينا خاصا ونظاما معينا لتداوله والتعامل معه طبقا لما ينص عليه القانون
- يحتاج مخزن الصبغة البودرة الى نظام تهوية لسحب الهواء الملوث بالبودرة بعيدا عن مجال تنفس العامل اثناء تحضيره الكمية المطلوبة من وعاء الصبغة. كما يفضل ان تكون الصبغة البودرة معبأة فى اوعية صغيرة لتفادى ادخال العامل رأسه فى وعاء كبير مما يعرضه لاستنشاق هواء مشبع بالبودرة يؤثر على الجهاز التنفسى.
- بالنسبة لمخازن المنتجات النسيجية تامة الصنع سواء كانت أليـاف، خيوط، اقمشة، او ملابس، فيجب ان تكون مجهزة باحتياطات مقاومة الحريق. لان جميع هذه المنتجات قابلة للاشتعال.
- وفى حالة تخزين اقمشة مغطاة بمادة راتينج، يجب ان تكون هذه الاقمشة مغلفة لتفادى انبعاث غاز فورمالدهايد، كما يفضل تهوية هذه المخازن لتفادى تلوث هواءها بالانبعاثات الضارة.
- فى حالة انتاج البوليستر ، يتولد غاز ميثانول كمنتج ثانوى، وحيث انه شديد الاشتعال فيجب تخزينه منفصلا مع احتياطات خاصة لمقاومة الحريق .
- بالنسبة للوقود المستخدم للغلايات، والسيارات، والاوناش، يجب تخزينه فى خزانات تحت الارض أو فوق سطح الارض، فى مواقع بعيدة نسبيا عن خطوط الإنتاج الصناعية لاسيما العمليات الجافة، كما يجب تزويدها باحتياطات ووسائل مقاومة الحريق.

5-4-1-12 محطات معالجة مياه الصرف الصناعى

تشتمل الصناعات النسيجية على كثير من العمليات الرطبة التى تستهلك كميات كبيرة من المياه، وانواع عديدة من الكيماويات، مما يولد كميات كبيرة من مياه الصرف الصناعى الملوثة. هذه المياه تتطلب المعالجة قبل ان تصرف الى المياه السطحية، أو على شبكة الصرف الصحى العمومية. وتقوم محطة معالجة مياه الصرف بالتخلص من المواد العالقة، والمعادن الثقيلة، والزيوت والشحوم ، ....الخ، لتحويلها الى مياه بمواصفات مطابقة لمتطلبات قانون البيئة.

ويلاحظ ان فى العمليات الرطبة بصناعة الغزل والنسيج، تكون ظروف التشغيل مستقرة نسبيا ولا تحدث احمال تلوث مفاجئة مما يساعد على سهولة مراقبة وفحص مياه الصرف ومعالجتها بالوسائل المناسبة.

وفيما يلى المصادر المحتملة للتلوث فى مياه الصرف الصناعى:

- حماءة محملة بالمعادن، وتمثل مشكله من حيث المخلفات الخطرة، وتتطلب استخدام نظم ووسائل للتخلص من هذه المخلفات.
- **من الممكن ان تسبب مياه الصرف المعالجة مشاكل تلوث للبيئة فى حالة عدم مطابقتها للمواصفات المحددة فى القوانين البيئية المتعلقة بمياه الصرف الصناعى**

5-4-1-13 الصرف السائل

تستخدم الصناعات النسيجية كميات كبيرة من المياه فى العمليات الرطبة للبوش،والغسيل، والتبييض، والصباغة، وشطف الاقمشة المجهزة.

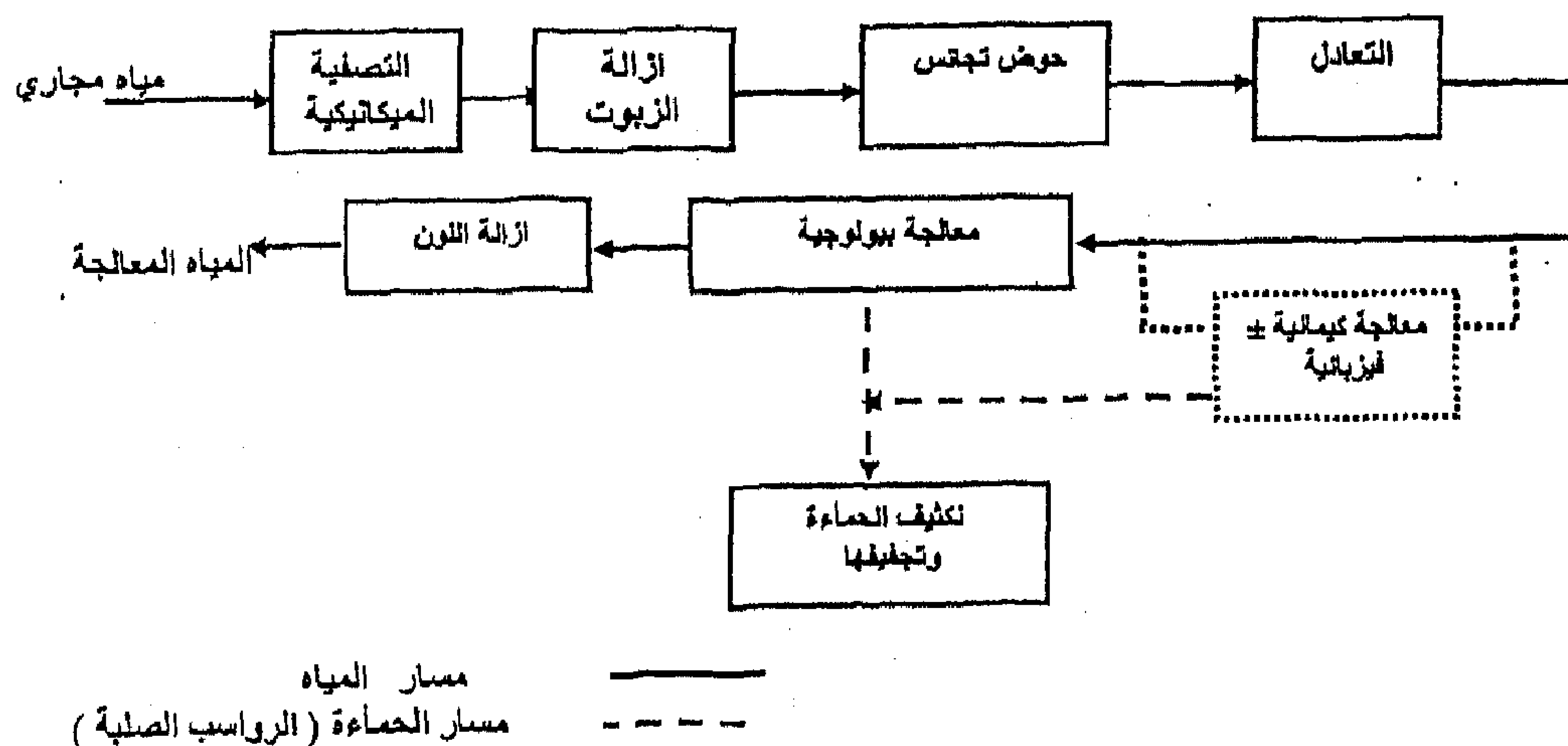
ويتولد عن ذلك كميات ضخمة من مياه الصرف الصناعى المحملة بانواع عديدة من الملوثات الكيماوية الصادرة من العمليات الصناعية المختلفة والتى تمثل مصدرا رئيسيا للتلوث فى حالة عدم معالجتها قبل تصريفها الى المياه السطحية، أو شبكة الصرف الصحى العمومية.

وفيما يلى الملوثات السائلة الرئيسية :

- ❑ مواد عضوية خطرة، مثل بنتاكلوروفينول التى تستخدم ضمن مواد البوش للحفاظ على خيوط السداء من العفن الفطرى، ويزال فى عمليات التجهيز ويدخل كملوث فى مياه الصرف الناتجة من التجهيز.

- ❑ مواد بيولوجية مخفضة للأكسجين الذائب فى المياه، وناتجة من مواد البوش التى تزال فى عملية ازالة البوش، وهذه الملوثات تساهم بحوالى 50% من اجمالى حمل المواد المخفضة لاكسجين المياه والناتجة من جميع العمليات الرطبة لصناعة الغزل والنسيج .
- ❑ مواد كيماوية مخفضة للأكسجين الذائب فى المياه، نتيجة لكيماويات حمام الصبغة، والتى تساهم بحوالى 25-35% من اجمالى هذا النوع من الملوثات الموجودة فى مياه الصرف الصناعى.
- ❑ بقايا الاصباغ والكيماويات المساعدة فى حمام الصبغة المستنفذ ومياه الشطف المستنفذة.
- ❑ الاملاح المستخدمة فى الصبغة المباشرة، والصباغة المتفاعلة للخيوط والاقمشة القطنية، تتسبب فى زيادة مستوى الملح فى مياه الصرف الصناعى لتتخطى الحدود القانونية.
- ❑ المعادن الثقيلة، مثل النحاس، الكادميوم، الكروم، النيكل، القصدير قد تتواجد فى مياه الصرف الناتجة من مصانع الغزل والنسيج، بسبب الالياف، المياه المستعملة، الاصباغ، عمليات السمكره، الشوائب الكيماوية. وقد تحتوى الاصباغ بعض المعادن مثل الخارصين، والنيكل، والكروم، والكوبلت. هذه المعادن تتواجد فى بعض الاصباغ لاداء معين، أو كعامل مؤكسد بالنسبة للأصباغ الكبريتية. ولذلك نجد ان تواجد المعادن الثقيلة فى مياه صرف المصبغة يكون نتيجة لاملاح المعادن الثقيلة المستخدمة فى الصباغة.
- ❑ بوليمرات طبيعية، وتركيبية تتولد فى مياه الصرف الناتجة من التجهيز مع احتمال تواجد مواد اخرى سامة.
- ❑ الياف وشحومات ومواد عالقة ناتجة من عمليات الغسيل
- ❑ بقايا الوان من عمليات الصباغة والطباعة، تمثل مصدرا للتلوث فى مياه الصرف لان فى هذه العمليات يتم تثبيت 50-90% فقط من اللون على الشعيرات بينما باقى اللون يصرف فى شكل حمام صبغة مستنفذ فى مياه الصرف الناتجة من عمليات الشطف.
- ❑ تتصف مياه الصرف الصناعى من العمليات الرطبة بدرجة حرارة عالية نتيجة لعمليات ازالة البوش، والغسيل، والشطف، ...الخ.

- تتصف مياه الصرف الصناعى برقم هيدروجينى عالى نتيجة لعمليات الغسيل، والمرسرة، التى تستخدم القلويات، وخافض للتوتر السطحى.
- معادن وكيماويات سامة فى مياه الصرف الصناعى ناتجة من عمليات الصباغة للاقمشة القطنية والصوفية، وطباعة وتجهيز الاقمشة القطنية .



شكل 5-7 مخطط لمشروع معالجة مياه الصرف الصناعي لاحد الصناعات النسيجية

جدول (3) حدود أحمال التلوث الدولية دوليا فى صناعة الغزل والنسيج (البنك الدولى، لجنة باريس، لجنة هلسنكى)

المتغير	البنك الدولى	لجنة باريس	لجنة هلسنكى
استهلاك المياه (مترمكعب / طن قماش)	150-100		
كيماويات عضوية متطايرة (كجم كيماويات / طن قماش) كيماويات عضوية متطايرة (ملليجرام / متر مكعب)	1		150
الكلور ملليجرام / م^3			5
الرقم الهيدروجيني pH	9-6		
التركيزات القصوى فى مياه الصرف الصناعى (ملليجرام/لتر)			

(BOD) مواد بيولوجية مخفضة الاكسجين	50		
(COD) مواد كيماوية مخفضة للاكسجين	250	160	160
مواد هالوجينية AOX	8	1	1
اجمالى المواد الصلبة العالقة	50		
زيــــوت وشحــوم	10		
مبيدات عضوية هالوجينية		0.0003 مليجرام/لتر	
مبيدات عضوية فسفورية	0	0.0003 مليجرام/لتر	
كروم – اجمالى	0.5	0.5	0.7
كروم (VI)		0.1	
كوبلت Co	0.5	0.5	
نيكل (Ni) اجمالى	0.5	0.5	
خارصين (Zn) اجمالى	2	2	2
(pb) اجمالى رصاص		0.1	
(Sn) اجمالى قصدير		1	
فينول	0.5		
كبريتيد	1		
(P) اجمالى فورسفور			2

5-4-2 ثانيا صناعة الالبان كاحد الصناعات الغذائية

مقدمة عن صناعة منتجات الألبان

تحتل صناعة الألبان مكانة متميزة ضمن صناعات المواد الغذائية في مصر . غير أن هذه الصناعة تعد مصدرا هاما من مصادر تلوث المجارى المائية ، خاصة فيما يتعلق بالمشاريع الإنتاجية الكبيرة.

1- وصف صناعة منتجات الألبان

تتميز صناعة منتجات الألبان بتنوع منتجاتها وبالتالي بتعدد خطوط الإنتاج. وبينما تقتصر خطوط الإنتاج في بعض المنشآت على خط أو اثنين تضم بعض المنشآت

الأخرى كافة خطوط الإنتاج بالإضافة إلى الوحدات الخدمية المختلفة التي تقوم بتوفير إمدادات المياه والطاقة للمنشأة و متطلبات الصيانة والتخزين والتعبئة واختبارات وتحاليل الجودة.

ونظرا لأن المواد الخام تكون عرضه للتلوث الميكروبي فإن تصميم الآلات والمعدات يسمح بسهولة التنظيف والتعقيم و يحقق الشروط الصحية أثناء التشغيل . و تعتمد المنشآت القديمة على معدات مكشوفة والإنتاج على دفعات (متقطعة)، بينما تعتمد المنشآت الحديثة على أنظمة الإنتاج المغلقة و الإنتاج المستمر، و يتم إيقاف الإنتاج لأغراض التنظيف و التطهير مرة واحدة في اليوم على الأقل.

يمكن تصنيف مخلفات صناعة الالبان ومنتجاتها الي :

1- مخلفات اللبن الطازج

2- مخلفات صناعة الزبد

3- مخلفات الجبن

وتختلف هذه المخلفات عن بعضها البعض فبينما هي مركزة في بعضها (من حيث كمية ونسبة الملوثات) ، وهي مخففة في البعض الآخر .

والجدول الاتي جدول (1) يبين تحليل عينة من اللبن وبعض منتجاته .

المادة	المواد الصلبة %	للمواد العضوية %	للرماد %	للدهون %	للسكر %	للبروتين %	الاكسجين الحيوي الممتص مجم/ لتر
اللبن بكامله	12.5	11.7	0.8	3.6	4.5	3.8	110000
القشدة	8.32	7.45	0.78	0.1	4.6	3.9	73000
لبن الخض	7.75	6.88	0.87	0.5	4.3	3.6	64000
ماء الجبن (شرش)	7.20	6.40	0.8	0.40	4.4	0.8	32000

2- المواد الخام والمرافق

تتضمن المواد الخام المستخدمة

- ☐ **ألبان خام من الأبقار والجاموس .**
- ☐ **ألبان مجففه .**

- منفحة (Rennet) .
- فطر الروكفور (Roqueforti fungi) .
- خميرة (Yeast) .
- زيوت .
- منشطات لصناعة الزبادى .
- مواد حافظة .
- فلفل اخضر .

و تستخدم المواد الكيميائية للأغراض التالية :

- التحكم في الجودة وتحليل واختبار الصرف السائل بالمعامل .
- في أعمال النظافة و التطهير و التعقيم (مثل هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك و هيبوكلوريت الصوديوم) .
- أما زيوت التشحيم فتستخدم بالورش و الجراج.

وتستخدم مواد مختلفة في أعمال التغليف والتعبئة (مثل رقائق الألومنيوم ، علب البلاستيك، ألواح الصفيح ، البولي إيثيلين). وتقوم بعض المنشآت بتصنيع علب منتجاتها ذاتيا.

وتعتمد المنشآت على مصادر مختلفة للطاقة (المازوت أو السولار أو الغاز الطبيعي) لتشغيل الغلايات التي ينتج عنها البخار والذي يستخدم لسد احتياجات بعض المنشآت من الطاقة الحرارية كما يستخدم في بعض المنشآت الكبيرة لتوليد الطاقة الكهربية.

وتحصل المنشآت على احتياجاتها من المياه من مصادر متنوعة: شبكات المياه العامة، الآبار والترع وتتوقف عمليات معالجة المياه على مصدرها و الغرض من الاستخدام .

وتتعدد استخدامات المياه في المنشآت، فتستخدم في العمليات الصناعية أو لأغراض النظافة العامة وغسل المعدات أو لإمداد الغلايات بالمياه اللازمة لعمليات إنتاج البخار (تتم معالجة المياه الخاصة بالغلايات لمنع تكون التكلسات داخل الغلاية)· أو لأغراض التبريد والأغراض المعيشية المختلفة.

3- الوحدات الخدمية ومصادر التلوث المرتبطة بها

تضم المنشآت المتوسطة والكبيرة بعض أو كل الوحدات الخدمية والمساعدة التالية. وهذه الوحدات يمكن أن تشكل مصدرا للتلوث، لذا ينبغي مراقبتها والتفتيش عليها. وتتمثل هذه الوحدات فى الآتى

3-1 الغلايات

يستخدم البخار المتولد عن الغلايات في الأغراض التالية :

- □ **إمداد العمليات الإنتاجية بالحرارة.**
- □ **توليد الطاقة الكهربية.**

تقوم محطات الطاقة التقليدية بتوليد الكهرباء عبر مراحل متتالية من تحويل الطاقة. فيتم حرق الوقود لتحويل الماء داخل الغلايات إلى بخار تحت ضغط عال يستخدم في إدارة التوربينات لتوليد الكهرباء.

وتحتوى العوادم الناتجة عن احتراق الوقود (سواء المازوت أو السولار) على جسيمات أولية (بما فيها المعادن الثقيلة إذا تواجدت بتركيزات مرتفعة في الوقود)، أكاسيد الكبريت و النتروجين وبعض المواد العضوية الطيارة.

ويعتمد تركيز الملوثات في العادم على تصميم نظام الاحتراق (تصميم الفونية، ارتفاع المدخنة) و على إجراءات التشغيل ومكونات الوقود. إن استخدام الغاز الطبيعي في عملية الاحتراق لا ينتج عنه تلوثا ملحوظا سواء بالنسبة للجسيمات العالقة أو الانبعاثات الغازية.

ويمثل تفوير الغلاية مصدرا رئيسيا لتلوث الصرف السائل و الهدف منه هو إبقاء تركيز الأملاح الذائبة عند الحد الذي يمنع ترسيبها وبالتالي يمنع التكلس و تحتوي مياه التفوير على نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة .

وقد ترتفع درجات الحرارة في بيئة العمل في حالة عدم وجود عزل حراري محكم لجسم الغلاية و مواسير البخار .

وتستخدم كميات كبيرة من المياه لتبريد التوربينات بمحطات الكهرباء و تشكل مياه التبريد المستخدمة و البخار المكثف أهم مصادر تلوث الصرف السائل. وتعتمد كمية مياه الصرف على أسلوب التبريد المتبع إما في دائرة مغلقة أو في دائرة مفتوحة، كما

تتغير تلك الكمية في حالة إعادة استخدام البخار المكثف. و يسبب تصريف زيوت التشحيم المستهلكة على شبكة الصرف و كذلك تسرب الوقود في تلوث مياه الصرف.

2-3 وحدات معالجة المياه

تتنوع طرق معالجة المياه المستخدمة في الصناعة وفقا لمعيارين: مصدر المياه (شبكة المياه العمومية ، الترع، الآبار) و مجال استخدامها .

أ- معالجة المياه متوسطة العسر: تعتمد عملية معالجة المياه في الميسرات على وجود الراتنجات التي تقوم بعملية التبادل الكاتيوني حيث يتم إحلال أيونات الصوديوم محل أيونات الكالسيوم و الماغنسيوم. و عند استنفاد قدرة الراتنج الاستيعابية، يتم إخراجه من التشغيل و غسله غسلا عكسيا بمحلول كلوريد الصوديوم عند أس هيدروجيني (pH) من 6 – 8، و يشطف للتخلص من أي زيادة في الملح ثم يعاد مرة أخرى لوحدة معالجة المياه. و قد تصل درجة العسر بالمياه المعالجة إلى جزء واحد في المليون من كربونات الكالسيوم.

ب- معالجة المياه شديدة العسر بسبب ارتفاع نسبة أملاح البيكربونات بها : تتم معالجة مياه الترع و الآبار معالجة أولية قبل تيسيرها . فتعامل المياه أولا بالجير الذي يعمل على ترسيب كربونات الكالسيوم و هيدروكسيد الماغنسيوم . و تصل درجة عسر المياه الناتجة إلى 35 جزء في المليون من الكالسيوم إذا ما أتيحت فرصة كافية للترسيب . و لتحفيز ترسيب هيدروكسيد الماغنسيوم تضاف الشبة (كبريتات الألومونيوم) أو كبريتات الحديديك إلى المياه، و يضاف أحيانا هيبوكلوريت الكالسيوم .

وفي الطرق الحديثة لمعالجة عسر المياه تحل المواد العضوية متعددة الإلكتروليتات محل المواد غير العضوية المساعدة على الترسيب . و ينتج عن هذه العملية ترسب للحماءة التي يتم التخلص منها في الأماكن المخصصة لذلك، بينما تمرر المياه على فلاتر رملية ثم على فلتر من الكربون المنشط للتخلص من المواد المتسببة في الروائح و الطعم. و لإزالة أية آثار متبقية تستخدم مرشحات فائقة الدقة. و لزيادة سرعة الترسيب يجب استبقاء جزء من الحماءة داخل خزانات الترسيب حيث تعمل كأنوية تتجمع عليها الجزيئات، وكلما زاد حجم الأنوية زادت معدلات الترسيب، و لذلك لابد من إتاحة زمن تلامس مناسب بين الحماءة و المياه، و يتسبب هذا

الأسلوب في ترسيب كامل و سريع للحماءة. بعد ذلك يستخدم نظام تبادل الأيونات الموجبة لتيسير المياه .

ج- التناضح العكسي: يتم التخلص من الأملاح المعدنية عن طريق ضغط المياه عبر أغشية نصف نفاذه لفصل وترسيب الأملاح والشوائب.

3-3 أبراج التبريد

تستهلك المصانع كميات كبيرة من المياه في عمليات التبريد . و أثناء تلك العمليات ترتفع درجة حرارة المياه، و لا يمكن استخدامها إلا بعد إعادة تبريدها في أبراج التبريد . لذلك فإن هذه الأبراج تعتبر وسيلة فعالة للحد من استهلاك المياه عن طريق تدويرها . و حيث أن عملية التبريد تعتمد على التبخر الجزئي للمياه الذي يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة فإن التحكم في تركيز هذه الأملاح يتم عن طريق تفوير البرج . و تحتوي مياه التفوير على نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة . أما المياه التي تفقد أثناء دورة التبريد فيتم تعويضها بمياه تعويضية (make-up water) .

4-3 المبردات

تعمل المبردات على خفض درجة الحرارة إلى أقل من درجة حرارة الوسط المحيط و يصحب ذلك تحولا في حالة المادة المبردة (refrigerant) حيث تمتص الحرارة من الجو المحيط بها فتتبخر و تعمل المكابس على زيادة ضغط المادة المبردة فترتفع درجة الحرارة مما يساعد مياه التبريد على تكثيف الأبخرة . و في المكثفات تعود المادة المبردة إلى حالتها السائلة مطلقة الحرارة التي امتصتها عند التبخر، ثم تبدأ دورة التبريد من جديد .

الملوثات الرئيسية في هذه العملية هي:

- الضوضاء الناتجة عن تشغيل المكابس و التي تمثل مخالفة لمعايير بيئة العمل و البيئة المحيطة .
- مياه التبريد المستهلكة و التي قد تكون ملوثة بزيوت التشحيم .
- المواد الخطرة المستخدمة في عمليات التبريد (في حالة وجود تسرب) مثل الكلوروفلوروكربون (Freon) .
- زيوت التشحيم المستهلكة و التي تستخدم في تشحيم المكابس .

5-3 أنظمة الغسيل في المكان Clean-In-Place (CIP)

تتكون هذه الأنظمة من خزان و طلمبات حيث يحتوي الخزان على مياه نقية في حالة غسيل الخضر و الفاكهة أو مياه مضاف إليها المنظفات أو الأحماض أو القلويات في حالة غسيل الأجهزة و المعدات.

وتعمل الطلمبات على تدوير المياه بحيث يعاد استخدامها عدة مرات قبل صرفها. ويتسبب ذلك في زيادة مفاجئة لحمل التلوث عند توقيت الصرف .

وتعتمد طبيعة التلوث على المادة أو المعدة التي يتم غسلها ومن أهم مؤشرات التلوث المواد الصلبة العالقة والمواد الذائبة والزيوت والشحوم والأس الهيدروجيني والأكسجين الحيوي الممتص **BOD** و الأكسجين المستهلك كيميائيا **COD** .

6-3 تصنيع العبوات الصفيح

تضم بعض مصانع المواد الغذائية عنابر خاصة لإنتاج علب الصفيح المستخدمة في التعبئة، وذلك من ألواح الصفيح التي يتم تقطيعها وتشكيلها آلياء حيث يتم طلاء الألواح أولا بمادة عازلة و تركها لتجف قبل التشكيل. وتمرر الألواح بعد ذلك إلى حيث يتم طباعة العلامات التجارية باستخدام الأحبار والأصباغ والمذيبات. بعد ذلك تجفف العلب الصفيح في الأفران وتعقم قبل تعبئتها.

تتمثل مصادر التلوث فيما يلي :-

- الضوضاء الناشئة عن تشغيل الآلات.
- المخلفات الصلبة الناشئة عن العلب التالفة والرايش (الخردة).
- المياه التي تستخدم في غسل الأرضيات حيث تكون ملوثة بزيوت التشحيم والشحوم والأصباغ والمذيبات (وفي العادة يستخدم التنظيف الجاف).
- الإنبعاثات الغازية (المواد العضوية الطيارة) في بيئة العمل .
- الحرارة المنبعثة عن أفران التجفيف .

7-3 معامل تحاليل الجودة

يشغل المعمل وضعا خاصا في مصانع المنتجات الغذائية حيث يقوم بالمهام الآتية:-

- ☐ فحص المواد الخام والكيماويات والمياه ومياه الصرف ومواد التعبئة و التغليف.
- ☐ إجراء التحاليل الخاصة بالتحكم في الجودة و مقارنة النتائج بالمواصفات القياسية بالنسبة لكل من المواد الخام والمنتجات .
- ☐ قياس الخصائص الفيزيائية والمكونات الكيميائية للمواد الخام والمنتجات، وكذلك العد البكتريولوجي.
- ☐ تقوم المعامل الميكروبولوجية بفحص ومراقبة الألبان أو منتجاتها من حيث وجود كائنات دقيقة ضارة.

وتستخدم في المعامل موادا كيميائية بعضها ضمن قائمة المواد الخطرة وينبغي مراجعة تداول هذه المواد وتخزينها وفقا لشروط و معايير الالتزام البيئي .

ملاحظة :

في حالة وجود شبكات صرف منفصلة داخل المنشأة لمياه الصرف الصناعي عن الصرف الصحي، ينبغي التخلص من مياه الصرف الخاصة بالمعامل في شبكة الصرف الصناعي.

3-8 الورش و الجراج

تقوم الورش الكهربية والميكانيكية في المنشأة الصناعية بأعمال الصيانة وتتمثل المخالفات البيئية فيما يلي:

- الضوضاء .
- مياه الغسل الملوثة بزيوت التشحيم .
- زيوت التشحيم المستهلكة.

وتتوقف طبيعة التلوث في الجراج على نوعية الخدمة التي يقدمها.

- إمداد السيارات بالوقود يعنى وجود خزانات وقود سواء فوق الأرض أو تحتها تستلزم فحص خطط الانسكاب والتسرب.
- تغيير زيوت التشحيم يستلزم مراجعة كيفية التخلص من الزيوت المستهلكة من خلال التحقق من وجود عقد للبيع وحصر للكميات.

3-9 المخازن

تتوقف مواصفات المخازن على نوعية المواد المخزنة

- يحفظ اللبن الخام فى خزانات مبردة (6-8°م) .
- يحفظ اللبن المبستر المستخدم فى تصنيع منتجات الألبان بالقرب من خطوط الإنتاج لاختصار الوقت .
- يحفظ اللبن المبستر والمعقم بعد تعبئته بالثلاجات .
- تحفظ الأجبان بالثلاجات .
- تنص القوانين البيئية على نظام خاص لتداول وتخزين المواد الكيميائية الخطرة المستعملة بالمعامل.
- يخزن الوقود المستخدم لتمويل السيارات وشاحنات النقل في خزانات وقود فوق الأرض أو تحتها. وعادة ما يستخدم المازوت أو السولار أو الغاز الطبيعي أو الجازولين. يتطلب حفظ الوقود خططا مناسبة لمنع الانسكاب والتسرب.

3-10 محطات معالجة الصرف السائل

على الرغم من أن محطات معالجة مياه الصرف الصناعي تعد من وسائل الحد من التلوث إلا أنه ينبغي التفتيش عليها ورصد احتمالات التلوث الصادر عنها. وقد ينشأ التلوث إما بسبب سوء التشغيل أو سوء الإدارة. وتكون مياه الصرف في مصانع الألبان ذات حمل عضوي مرتفع . و يحدث أحيانا ارتفاع مفاجئ للحمل العضوي إما بسبب ظروف التشغيل المتقطعة (على دفعات) أو لتغيرات موسمية في معدلات الإنتاج أو بسبب ظروف داخلية خاصة بالمنشأة أو لأسباب قهرية مثل انقطاع التيار الكهربائى بالمنشأة مع عدم وجود مولد كهربائى للطوارئ .

ومصادر التلوث المحتملة هي :

- الحماءة الناتجة من المعالجة البيولوجية .
- مياه الصرف المعالجة و قد تمثل مصدرا للتلوث إذا لم تتوافق مع المعايير التي حددتها اللوائح و القوانين البيئية ذات الصلة.

11-3 المطعم و أماكن الإعاشة

ينشأ عن استخدام المطعم و أماكن الإعاشة ، مخلفات صلبة ومياه صرف صحي.

1-4 الانبعاثات والصرف السائل والمخلفات الصلبة

يوضح الجدول رقم (3) العمليات الصناعيـــة الرئيسية المتسببة فـــي التلـــوث و المدخلات والمخرجات ومؤشرات التلوث.

1-4 -1 الصرف السائل

يعد الصرف السائل في صناعة منتجات الألبان المصدر الرئيسي للتلوث حيث قد يتضمن الملوثات التالية:

- ألبان تالفة أو مرتجعه يتم تصريفها على شبكة الـــصرف (أكـــسجين حيـــوي ممتص) .
- شرش اللبن الناتج عن عملية التخثر (أكسجين حيوي ممتص) .
- الفاقد المنسكب من آلات التعبئة (أكسجين حيوي ممتص) .
- مياه تفوير الغلايات وأبراج التبريد و مياه الغسل العكسي للميـــسرات التـــي تحتوي على نسبة مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة و المواد الصلبة العالقة.
- المياه المستخدمة فى غسيل الأرضيات والمعدات و التي تكون ملوثة بالزيوت و الشحوم و آثار المنظفات .
- زيوت التشحيم المستهلكة المتولدة عن الورش و الجـــراج و التـــي قـــد يـــتم تصريفها على شبكة الصرف

جدول رقم (3): العمليات الإنتاجية في صناعة منتجات الألبان و مجال تأثير الملوثات الناتجة عنها

أهم العمليات الإنتاجية المتسببة في التلوث	مدخلات العملية الإنتاجية	مخرجات العملية الإنتاجية	مؤشرات التلوث	مجال التأثير
فحص اللبن الخام	لبن خام	ألبان مقبولة		
		ألبان مرتجعه (شبكة الصرف)	أكسجين حيوي ممتص، أس هيدروجيني، مواد صلبة عالقة	المياه
البسترة	بخار	بخار متكثف	الحرارة ، الرطوبة	بيئة العمل
	لبن خام	لبن مبستر		
الترشيح الفائق	ألبان	لبن مركز		
		ماء و لكتوز	أكسجين حيوي ممتص	المياه
التخثر	لبن مبستر + منفحة + ملح	جبن		
		شرش اللبن	أكسجين حيوي ممتص، أس هيدروجيني، مواد صلبة عالقة	المياه
التبريد باستخدام غاز الفريون	منتجات الألبان	منتجات ألبان مبردة		
	غاز الفريون	غاز فريون متسرب	غاز الفريون الخطر	الهواء
التبريد باستخدام غاز الأمونيا	منتجات الألبان	منتجات ألبان مبردة		

أهم العمليات الإنتاجية المتسببة في التلوث	مدخلات العملية الإنتاجية	مخرجات العملية الإنتاجية	مؤشرات التلوث	مجال التأثير
	غاز الأمونيا	غاز أمونيا متسرب	غاز الأمونيا	بيئة العمل
التعبئة	منتجات ألبان	فاقد في التعبئة (شبكة الصرف)	أكسجين حيوي ممتص، أس هيدروجيني، أكسجين كيميائي مستهلك	المياه
الميسرات	مياه	مياه معالجة		
		مياه الغسيل العكسي	مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عالقة	المياه
الغلايات	مياه معالجة + بخار متكثف (مسترجع)	مياه التفوير	مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عالقة	المياه
	وقود	غازات ناتجة عن الإحتراق	أول أكسيد الكربون، أكاسيد الكبريت	الهواء
أبراج التبريد	مياه	مياه التفوير	مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عالقة	المياه
محطة معالجة الصرف السائل	مياه الصرف الصناعي	مياه معالجة	أكسجين حيوي ممتص، أكسجين كيميائي مستهلك، مواد صلبة عالقة، ألوان	المياه
		الحماءة	مواد صلبة عالقة	التربة

ويوضح الجدول رقم (4) خصائص الصرف السائل لنموذج لمصانع منتجات الألبان في مصر، بينما يوضح الجدول رقم (5) نمط أحمال التلوث لكل طن من المنتجات.

جدول رقم (4) نموذج الملوثات في الصرف السائل لمصانع منتجات الألبان

المصدر	الأس الهيدروجيني	أكسجين حيوي ممتص (مجم/لتر)	أكسجين كيميائي مستهلك (مجم/لتر)	مواد صلبة عالقة TSS (مجم/لتر)	مواد مترسبةSS (مجم/لتر)	مواد صلبة ذائبة TDS (مجم/لتر)	كلور (مجم/لتر)	زيوت وشحوم (مجم/لتر)
الصرف النهائي	5.8	13160	18800	10640	120	2512	—	—
استلام و بسترة الألبان	4.1	15624	20823	680	—	5780	—	—
تعبئة الألبان	5.9	480	659	420	—	1432	—	—
الزبادى	6.1	528	800	192	—	1140	—	—
الجبن الأبيض	7.2	5896	8800	160	2	1516	—	38
لكتوز من الترشيح الفائق	6.4	38909	42330	—	—	18980	—	—
الجراج	5.2	532	800	9148	20	9004	—	1245

جدول رقم (5) نموذج أحمال الملوثات العضوية لكل طن من المنتجات

المصدر	معدل سريان الصرف السائل (متر3/اليوم)	الأكسجين الحيوى الممتص (كجم/اليوم)	الأكسجين الكيميائي المستهلك (كجم/اليوم)
استلام وبسترة الألبان	18	281	375
تعبئة الألبان	2ر5	1ر2	1ر7
الزبادى	11	5ر8	8ر8
الجبن الأبيض	24ر5	144ر5	216
محلول لكتوز	6	233	340
الصرف النهائي	98	1290	1842

يوضح الجدول رقم (6) أن الأحمال النمطية للملوثات في مياه الصرف الناتجة عن مصانع منتجات الألبان في الولايات المتحدة تتراوح بين 1-2 متر3 لكل طن من المنتجات. لذلك يجب أن يحرص المشرفون على الإنتاج بالمصنع على أن يصل معدل

الملوثات بالصرف السائل قبل دخوله إلى محطة معالجة مياه الصرف إلى متر3/طن أو أقل، و ألا يزيد معدل الأكسجين الحيوي الممتص عن 2.5 كجم لكل طن من اللبن و بحيث يصبح المعدل المستهدف 1.1-1.5 كجم/طن . أما بالنسبة لكل من الجبن والزبد فينبغي ألا يزيد معدل الأكسجين الحيوي الممتص بالصرف السائل عن 2 كجم/طن من المنتجات .

جدول رقم (6): العمليات الإنتاجية في صناعة منتجات الألبان و مجال تأثير الملوثات الناتجة عنها

أهم العمليات الإنتاجية المتسببة في التلوث	مدخلات العملية الإنتاجية	مخرجات العملية الإنتاجية	مؤشرات التلوث	مجال التأثير
فحص اللبن الخام	لبن خام	ألبان مقبولة		
		ألبان مرتجعه (شبكة الصرف)	أكسجين حيوي ممتص، أس هيدروجيني، مواد صلبة عالقة	المياه
البسترة	بخار	بخار متكثف	الحرارة ، الرطوبة	بيئة العمل
	لبن خام	لبن مبستر		
الترشيح الفائق	ألبان	لبن مركز		
		ماء و لكتوز	أكسجين حيوي ممتص	المياه
التخثر	لبن مبستر + منفحة + ملح	جبن		
		شرش اللبن	أكسجين حيوي ممتص، أس هيدروجيني، مواد صلبة عالقة	المياه
التبريد باستخدام غاز الفريون	منتجات الألبان	منتجات ألبان مبردة		
	غاز الفريون	غاز فريون متسرب	غاز الفريون الخطر	الهواء

أهم العمليات الإنتاجية المتسببة في التلوث	مدخلات العملية الإنتاجية	مخرجات العملية الإنتاجية	مؤشرات التلوث	مجال التأثير
التبريد باستخدام غاز الأمونيا	منتجات الألبان	منتجات ألبان مبردة		
	غاز الأمونيا	غاز أمونيا متسرب	غاز الأمونيا	بيئة العمل
التعبئة	منتجات ألبان	فاقد في التعبئة (شبكة الصرف)	أكسجين حيوي ممتص، أس هيدروجيني، أكسجين كيميائي مستهلك	المياه
الميسرات	مياه	مياه معالجة		
		مياه الغسل العكسي	مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عالقة	المياه
الغلايات	مياه معالجة + بخار متكثف (مسترجع)	مياه التفوير	مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عالقة	المياه
	وقود	غازات ناتجة عن الإحتراق	أول أكسيد الكربون، أكاسيد الكبريت	الهواء
أبراج التبريد	مياه	مياه التفوير	مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عالقة	المياه
محطة معالجة الصرف السائل	مياه الصرف الصناعي	مياه معالجة	أكسجين حيوي ممتص، أكسجين كيميائي مستهلك، مواد صلبة عالقة، ألوان	المياه
		الحماءة	مواد صلبة عالقة	التربة

ويوضح الجدول رقم (7) خصائص الصرف السائل لنموذج لمصانع منتجات الألبان في مصر، بينما يوضح الجدول رقم (6) نمط أحمال التلوث لكل طن من المنتجات.

جدول رقم (7) نموذج الملوثات في الصرف السائل لمصانع منتجات الألبان

المصدر	الأس الهيدروجيني	أكسجين حيوي ممتص (مجم/لتر)	أكسجين كيميائي مستهلك (مجم/لتر)	مواد صلبة عالقة TSS (مجم/لتر)	مواد مترسبة SS (مجم/لتر)	مواد صلبة ذائبة TDS (مجم/لتر)	كلور (مجم/لتر)	زيوت وشحوم (مجم/لتر)
الصرف النهائي	5.8	13160	18800	10640	120	2512	—	—
استلام و بسترة الألبان	4.1	15624	20823	680	—	5780	—	—
تعبئة الألبان	5.9	480	659	420	—	1432	—	—
الزبادى	6.1	528	800	192	—	1140	—	—
الجبن الأبيض	7.2	5896	8800	160	2	1516	—	38
لكتوز من الترشيح الفائق	6.4	38909	42330	—	—	18980	—	—
الجراج	5.2	532	800	9148	20	9004	—	1245

5-1 الخصائص المميزة لصناعة منتجات الألبان

هناك بعض الخصائص المميزة لصناعة منتجات اللبان، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار عند القيام بإجراءات التفتيش والرصد الذاتي.

- تعتمد المنشآت الحديثة على نظام الإنتاج المستمر والذي يتميز باستخدام تقنيات متقدمة في عمليات التحكم في الجودة و الحد من الفاقد المنسكب. و يتم إيقاف الإنتاج في المنشآت الحديثة و في المنشآت التي تعتمد على نظام الإنتاج على دفعات مرة واحدة في اليوم على الأقل لأغراض التنظيف و التطهير .
- لا توجد أحمال مفاجئة في الصرف السائل بالمنشآت التي تعتمد على نظام الإنتاج المستمر حيث يتم التصريف بشكل ثابت و مستمر طوال اليوم، أما في نظام الإنتاج المتقطع فقد تحدث أحمال مفاجئة في الصرف السائل نتيجة تصريف مياه الصرف دفعة واحدة .
- ينخفض معدل الإنتاج في مصانع منتجات الألبان خلال فصل الصيف بسبب انخفاض كميات الألبان الخام .
- ترتفع أحمال التلوث عند بدء التشغيل وعند الإغلاق.

6- التأثيرات البيئية للملوثات

6-1 تأثير الصرف السائل

إن التخلص من زيوت التشحيم المستهلكة في المجارى المائية يؤدى إلى مشاكل بيئية خطيرة. كما أن الحمل العضوي في مياه الصرف يساعد على نمو البكتريا والطحالب مما يؤدى إلى استهلاك أكبر للأكسجين الذائب.

يتوقف التأثير البيئي لمياه الصرف على نوعية الوسط المستقبل لها ولقد حددت وزارة الري الحدود القصوى لأحمال التلوث في مياه الصرف على الترع والقنوات والمصارف الزراعية ونهر النيل (قرار وزاري 8 لسنة 1983) وذلك نظرا لآثارها الضارة على الزراعة. وفيما يخص صناعة منتجات الألبان فإن أهم مؤشرات التلوث هي الأكسجين الحيوي الممتص والأكسجين الكيميائي المستهلك، المواد الصلبة العالقة والمواد الصلبة الذائبة. ويتسبب صرف المياه الملوثة ذات النسب المرتفعة من الأكسجين الحيوي على البحيرات والبحار في ظاهرة أجون المسطحات المائية ويؤثر سلبا على التنوع البيئي البيولوجي.إن الصرف المفاجئ لحمل عضوي مرتفع على شبكة الصرف الصحي يؤثر بشكل غير مباشر على البيئة. فالحمل المفاجئ يؤدى إلى قصور في أداء محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

6-2 إجراءات الحد من تلوث المياه

تعديلات في المنشأة

- يمثل شرش اللبن المصدر الرئيسي لتلوث مياه الصرف وتقوم المنشآت الكبيرة بتركيز الشرش وتجفيفه وبيعه كعلف حيواني .
- يؤدي فصل الدهون من الألبان فى أجهزة الطرد المركزي وإعادة استخدامها فى صناعة السمن إلى خفض نسبة الأكسجين الحيوي الممتص فى الصرف السائل .
- يمكن استخلاص البروتين عن طريق دفع بخار الماء فى حوض تجميع الشرش مما يؤدى إلى ترسيب البروتين فى قاع الحوض وتعتبر هذه العملية طريقة لتقليل الحمل العضوى فى مياه الصرف.
- يجب استرجاع اللكتوز من المحاليل الناتجة عن عملية الترشيح الفائق .
- تزويد آلات التعبئة بنظام استرجاع الفاقد يؤدي إلى زيادة الإنتاج.
- تطبيق نظام التحكم في الجودة مثل "نظام تحليل المخاطر" و نقطة التحكم الحرج مما يؤدي إلى خفض المخلفات .
- تطوير إجراءات توزيع المنتج النهائي بحيث يتم التحكم في درجات الحرارة و عددا من العوامل الهامة الأخرى لضمان توفير أنسب الظروف لحماية المنتج من التلف.

- توفير بدائل لمعالجة الصرف السائل تسمح بإعادة استخدام المياه (الترسيب، فلاتر التجميع المسطحة Coalescing plate filters)

تعديلات في العملية الإنتاجية

- اتباع نظم التحكم، مثل تركيب منظمات الضغط على مواسير البخار، وأنظمة تحكم في درجات الحرارة ومنظمات السريان ، تدوير الشرش باستخدامه في عمليات الأجبان بدلا من الملح .
- اتباع نظام الإنتاج المستمر بدلا من الإنتاج على دفعات (المتقطع).
- تحديث المعدات .
- تعدد المنتجات بالمنشأة يؤدي إلى خفض المخلفات .

إجراءات نهاية الأنبوب

- حيث أن الصرف السائل الناتج عن هذه الصناعة يحتوي على حمل عضوي مرتفع (أكسجين حيوي ممتص وأكسجين كيميائي مستهلك و مواد صلبة عالقة) فإن إجراءات نهاية الأنبوب تتضمن استخدام خزانات الترسيب و المعالجة البيولوجية. و تتضمن إجراءات المعالجة الأولية استخدام المصافي و معادلة سريان الصرف السائل و التحكم في الأس الهيدروجيني و إزالة الدهون عن طريق التعويم بالهواء ، ثم يتبع ذلك إجراءات المعالجة البيولوجية.
- ويعد حجز المياه في برك (في حالة توفر المساحات اللازمة) من وسائل المعالجة الفعالة. و تتضمن أساليب المعالجة البيولوجية استخدام الحماءة المنشطة. ويراعى عند تصميم محطات معالجة الصرف السائل طبيعة هذه الصناعة من حيث تغير معدل التدفق موسميا .

3-6 ترشيد استخدام المياه و الطاقة

إن ارتفاع تكلفة خدمات المياه و المجاري يؤثر في الأرباح، لذلك فإن ترشيد استهلاك المياه له مردود اقتصادي جيد على المنشآت .

ترشيد استخدام المياه

- استخدام عدادات المياه لرصد كميات المياه المستخدمة .
- استخدام خراطيم مزودة بصمام إغلاق آلي و محابس مزودة بعلامات للتعرف على وضع السريان (مغلق ــ متدفق ــ موجه) .

- استخدام نظم تنظيف ذات ضغط عالي و حجم منخفض (مثل نظم التنظيف في المكان) في تنظيف الآلات و المعدات (CIP).
- إدخال نظم التحكم في مستوى المياه و مضخات الإيقاف الآلي في الخزانات التي يمكن أن تتعرض للطفح .
- تدوير مياه التبريد من خلال أبراج التبريد .
- تقليص انسكاب السوائل عند آلات التعبئة و كميات المياه المستخدمة في غسل الأرضيات .
- إصلاح مواضع التسرب .
- تدوير البخار المتكثف .
- تداول المخلفات الصلبة و هي في حالة جافة (عدم اتباع أسلوب كسح المخلفات الصلبة بالمياه) .

إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة

- عزل مواسير البخار .
- استخدام مصائد البخار .
- إصلاح أو استبدال صمامات البخار التالفة .
- رفع كفاءة الغلايات .
- استخدام منظمات الضغط على أنابيب أو مواسير البخار .

جدول رقم (11): تقنيات الحد من التلوث

نوع التقنية	وصف التقنية	وحدة خدمية أو إنتاجية	درجة سهولة التطبيق
تعديلات على العملية الإنتاجية/المعدات	استبدال المحابس التقليدية	الاستلام و الإعداد	سهل ـ متوسط
	إغلاق المياه عند إيقاف التشغيل	العمليات الإنتاجية و التعبئة	سهل
	وحدات التحكم في المياه	العمليات الإنتاجية و التعبئة	متوسط
	تركيب عدادات المياه	العمليات الإنتاجية و التعبئة	سهل

نوع التقنية	وصف التقنية	وحدة خدمية أو إنتاجية	درجة سهولة التطبيق
	ترشيد استخدام المياه خارج الوحدات الإنتاجية	التخزين و التوزيع	سهل
تعديلات على إجراءات التشغيل والنظافة	تركيب أحواض تجميع اللبن في المناطق التي يحدث بها تسرب أو طفح	التخزين	سهل
	تغطية مناطق التخزين الخارجية	التخزين	سهل
	التفتيش على مواقع الصرف و صيانتها	التخزين	سهل
	الإحتواء الثانوي (المساعد)	التخزين	سهل ـ متوسط
	مراقبة آلات تعبئة السوائل	العمليات الإنتاجية و التعبئة	سهل ـ متوسط
	مراقبة أسباب الإتساخ للحد من إجراءات النظافة	التنظيف	سهل ـ صعب
	التنظيف الأولي و التنظيف الجاف	التنظيف	متوسط
	التنظيف الدوري لوحدات استرجاع الدهون	التنظيف	سهل
التدوير/إعادة الاستخدام	الغسل بواسطة تيارات المياه المعاكسة	العمليات الإنتاجية و التعبئة	متوسط
	إعادة استخدام مياه الوحدات الإنتاجية	العمليات الإنتاجية و التعبئة	سهل ـ متوسط

نوع التقنية	وصف التقنية	وحدة خدمية أو إنتاجية	درجة سهولة التطبيق
	وحدات تدوير المياه	العمليات الإنتاجية و التعبئة	متوسط
	المياه المستخدمة في خفض درجة حرارة المنتجات فجائيا	العمليات الإنتاجية و التعبئة	متوسط
	التعامل مع المتبقيات (الآثار)	العمليات الإنتاجية و التعبئة، التخزين و التوزيع	سهل ـ متوسط
	تدوير المواد المبردة	التبريد	متوسط
	تقليل/تدوير/ إعادة استخدام مواد التغليف و التعبئة	العمليات الإنتاجية و التعبئة	سهل ـ متوسط
استبدال بعض المواد و الاستغناء عنها	تقليص مخزون المعمل من مواد كيميائية	معمل تحاليل الجودة	سهل
	التحكم في المخازن العامة	التوريدات	سهل
	استخدام مواد مبردة بديلة	التبريد	متوسط

5-4-3 ثالثا صناعة السكر

يوجد ثلاثة مصادر أساسية للتلوث المائي في مصنع السكر:

- المياه المستعملة لغسل وتنظيف الشوندر السكري
- المياه الناتجة عن معالجة الشوندر السكري

-الميا ه الناتجة عن عمليات تجديد المبادل الشاردي المستعمل لازالة المعادن من عصير السكر وتتكون الملوثات من موا د معلقة و قابلة للترسيب ،لذلك يمكن التخلص منها بإجراء عملية الترسيب لمياه الغسيل،وقبل عملية الترسيب تتم مرحلة الغربلة ،وتضاف أحيانا المواد المكتلة إلى حوض الترسيب ممزوجة بالكلس الحي لرفع مردود

التصفية بحيث يعاد استعمال المياه المصفاة مرة أخرى في عملية غسيل الشوندر السكري ، وترتفع نسبة المواد القابلة للتخمر في المياه المستعملة باستمرار، وقد وجد إن ارتفاع قيمة (B.O.D5) مؤشر التلوث بالمواد العضوية القابلة للهضم بواسطة البكتريا، وصل إلى (70) مليجرام / لتر يوميا ،مما يؤدي إلى ارتفاع مستمر لقيمة هذا المؤشر في المياه

تستخدم طريقة التخمر اللاهوائي لازالة التلوث العضوي من ماء الغسيل و ذلك بجمعها في أحواض كبيرة وتركها طيلة الفترة الفاصلة بين موسمين متتاليين و تعتبر هذه الطريقة اقتصادية وفعالة لقدرة المعالجة اللاهوائية على تنقية المخلفات ذات الاحمال العضوية العالية ...

لذا فإنها تستعمل بشكل واسع رغم وجود بعض المساوئ لها مثل الرائحة الكريهة الصادرة عن تلك الأحواض

وتجري عملية التقطير داخل مصانع السكر للتخلص من دبس الشوندر السكري ،ويخرج مع مياه الصرف بشكل مركز مما يعطيها درجة عالية من التلوث العضوي ،وتعالج تلك المياه بواسطة جهاز الطرد المركزي لفصل دبس الشوندر و استعماله كعلف للحيوانات ،كما يمكن معالجة تلك المياه بطريقة المرشح البكتيري ،ويلحق أحيانا بالمرشحات حوض التهوية أو أحواض التخمر اللاهوائي لاتمام عملية المعالجة وللتخلص النهائي من دبس الشوندر و المواد الكحولية الأخرى .

5-4-4 رابعا مصانع الزبدة و السمن و الزيوت

تتكون المواد الأولية المستعملة في هذه المصانع من المواد الدهنية الصلبة والزيوت الدسمة الحيوانية أو النباتية وتحوي تلك المواد الحموض الدسمة الحرة والمواد الملونة و العطرية ، وتعامل ، المواد الأولية بحمض الكبريت بكمية 1-5،1% للتخلص من المركبات الآزوتية أو بهدروكسيد الصوديوم للتخلص من الحموض الدسمة الحرة ، ثم تجري عمليات الغسل بالماء أو البخار لتلك المواد من أجل التخلص من حمض الكبريت والمواد الأخرى المستعملة أثناء التصنيع، إذن مياه الصرف تحتوي على مياه حمضية أو قلوية ناتجة عن عملية الغسيل وعلى المياه الناتجة عن تكاثف البخار المشبع بالروائح وتجري عملية المعالجة للمياه الحاوية على المياه الدسمة بشكل منفصل عن بقية مياه الصرف ،وتزال المواد الدسمة من مياه الصرف بواسطة حوض إزالة الزيوت والمواد الطافية مع استخدام كواشف كيميائية (كلس حي – كلور الكالسيوم) وبعد فصل المواد الدسمة تتم معالجتها بالتجفيف ومن ثم حرقها بينما تتابع عملية التصفية للمياه في أحواض الترقيد حيث تبقى المياه لمدة 1،5-2 ساعة وتستعمل

تلك المياه فيما بعد في ري المزروعات بعد تعديل قيمة الوسط الحمضي ،وتتمتع تلك المياه بميزات تفوق تلك الناتجة عن مصانع الحليب بالنسبة لتغذية النباتات ...أخيرا نشير إلى إمكانية استخدام الطرق الحيوية لمعالجة مياه الصرف الناتجة عن مصانع الزبدة و السمن والزيوت على شرط أن تزال الزيوت الطافية منها قبل معالجتها

5-4-5 خامسا مياه صناعة الحليب و مشتقاته

تشكل مياه مصانع الحليب خطرا كبيرا على حياة الأسماك و يسبب وجودها تعفنا لمياه المجاري ..ولكنها غير ضارة للنباتات و يوجد داخل مصنع الحليب و مشتقاته ثلاثة أنواع لمياه الصرف هي:

أ- مياه الصرف الصناعية الملوثة

ب - مياه الصرف الناتجة عن المغاسل و المراحيض

ج - مياه التبريد غير الملوثة

وتبلغ كمية الصرف الملوثة 5،0- 3 مرات من كمية الحليب المعالج ضمن المصنع، بينما تبلغ الكمية المستعملة للتبريد 2-4 مرات من كمية الحليب المعالج ، وتحتوي مياه الصرف الناتجة عن صناعة الحليب ومشتقاته على بعض المواد كالزلال و الجسيمات الدسمة غير المنحلة و اللاكتوز المنحل ،وعلى عناصر مغذية للنباتات كالآزوت والفوسفور والبوتاس طرق المعالجة .

طرق المعالجة:

1. استخدام مياه الصرف في ري الأراضي الزراعية : تستخدم المياه الناتجة عن مصانع الحليب ومشتقاته في ري الأراضي الزراعية بشكل مباشر أو بعد إجراء معالجة أولية لها، ولكن لابد من توفر شروط محددة لاستخدامها من أهمها وجود الأراضي الزراعية بجانب المصنع كي لاتزيد فترة تخزين المياه عن (6) ساعات لتجنب حدوث التحولات الكيميائية الحيوية... ويفضل مزج مياه المجاري العامة للمصنع مع مخلفات المصنع قبل استخدامها في ري الأراضي الزراعية
2. التصفية الحيوية بالمرشح البكتيري: تطبق طريقة المعالجة بواسطة المرشح البكتيري و باستخدام مرشح وحيد للمصانع الصغيرة أومرشحين يفصل بينهما حوض للترسيب مما يرفع قدرة المحطة على المعالجة

3. المعالجة باستعمال الحماءة المنشطة: تتميز مياه الصرف الصحي الناتجة عن مصانع الحليب باحتوائها على مواد سريعة التحلل بالطريقة الحيوية وتشكيل كميات كبيرة من الحماءة ، مما يتطلب إدخال بعض التعديلات على أحواض التهوية

4. التهوية : تجري عملية التهوية لمياه الصرف خلال فترة زمنية من 5-6 ساعات دون استخدام الحماءة المنشطة، و تعطي هذه الطريقة تصفية جزئية لمياه الصرف

5. طريقة الترشيح باستعمال التربة: تستعمل هذه الطريقة بشكل محدود في معالجة مياه الصرف الناتجة عن مصانع الحليب لأنها تؤدي إلى انطلاق روائح كريهة جدا وخاصة في فصل الصيف

5-4-6 سادسا صناعة تعليب وحفظ الخضروات والفاكهة

تحتل صناعة تجهيز الفاكهة و الخضروات مكانة متميزة ضمن صناعات المواد الغذائية في مصر . غير ان هذه الصناعة تعد مصدرا هاما من مصادر تلوث المجارى المائية ، و ينتج عنها كميات كبيرة من المخلفات الصلبة، خاصة فيما يتعلق بالمشاريع الإنتاجية الكبيرة.

المواد الخام والمنتجات ومستلزمات الإنتاج

تتضمن المواد الخام المستخدمة:

- الفاكهة مثل : المانجو ، التين ، البلح ، الكمثرى ، التفاح، البرتقال ، الفراولة، المشمش، الجريب فروت ، الطماطم، الليمون ، الأناناس والخوخ.
- الخضروات مثل : البامية، الملوخية ، البطاطا ، البطاطس ، الخرشوف والحمص.
- البقول مثل : البازلاء ، العدس ، الفول البلدى ، واللوبيا.
- مواد أخرى مثل : حامض الستريك ، مركزات ، عسل ، سكر، مولاس، بكتين ، أحبار، ورنيش ، مذيبات ، مواد لحام منصهرة ، بنزوات الصوديوم، مطاط ، ألومنيوم.

تستخدم المواد الكيميائية للأغراض التالية :

- التحكم في الجودة وتحليل واختبار الصرف السائل بالمعامل وتشمل تلك المواد: المذيبات العضوية (مثل الإيثيروالكلوروفورم)، الأحماض ، القلويات، و وسائط النمو الميكروبي .
- التحكم في الأس الهيدروجيني (مثل هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك المخفف) .
- كمواد مانعة للصدأ .
- كإضافات (مثل بنزوات الصوديوم وحمض الستريك).

تحتوي مخلفات الخضروات والفاكهة السائلة علي كثير من المواد الصلبة كما ان وأكسجينها الممتص مرتفع – ولا يمكن اعطاء مواصفة عامة لهذه المخلفات اذا انها تختلف باختلاف نوع الخضار او الفاكهة المعلبة كما تختلف باختلاف طريقة تعليبه فلكل مصنع طريقة في التعليب والحفظ .

وعموما تعمل مصانع حفظ الخضار و الفواكه خلال فترة محددة من السنة (موسمية) ويتميز الصرف السائل بالآتي :

الصرف السائل

تتولد عن صناعة تجهيز الفاكهة والخضروات كميات كبيرة من مياه صرف ذات حمل عضوي مرتفع و تحتوي على آثار المنظفات و الأملاح ومواد عالقة مثل الألياف و الجسيمات. ويمكن أن تحتوى أيضا على آثار المبيدات المستخدمة في الزراعة و التي تلوث مياه غسيل الخضروات والفاكهة الطازجة و بالتالي فإن أهم مصادر التلوث هي :

- مياه غسيل الفاكهة والخضروات وتحتوى على نسبة عالية من المواد الصلبة الذائبة والعالقة.
- آلات تعبئة العصائر ومعجون الطماطم والمربى و التي ينتج عنها فاقد يؤدى إلى رفع مستوى الأكسجين الحيوي الممتص في مياه الصرف.
- مياه تبريد أجهزة تفريغ الهواء في المكثفات المستخدمة في عملية البخر وتكون عادة ملوثة بالمواد العضوية.
- مياه تفوير أبراج التبريد والغلايات ومياه الغسيل العكسي للميسرات وتنتج عنها مياه ذات تركيزات عالية من المواد الصلبة العالقة و الذائبة.

- التخلص من زيوت التشحيم المستهلكة في الجراج والورش عن طريق تصريفها على شبكة الصرف.
- مياه غسل الأرضيات و الآلات والمعدات ودورات المياه تكون محملة بالمواد العضوية، الزيوت والشحوم، وبقايا المواد الكيميائية المستخدمة في أعمال النظافة والتطهير والتعقيم.

جدول رقم (1): العمليات الإنتاجية في صناعة تجهيز الفاكهة و الخضروات و مجال تأثير الملوثات الناتجة عنها

أهم العمليات الإنتاجية المتسببة في التلوث	مدخلات العملية الإنتاجية	مخرجات العملية الإنتاجية	الملوثات	مجال التأثير
فحص المواد الخام	فاكهة و خضروات طازجة	مقبولة		
		مرفوضة	مخلفات صلبة	التربة
الغسل	فاكهة و خضروات	فاكهة و خضروات نظيفة		
	مياه	مياه غسيل	مواد صلبة عالقة، أكسجين حيوي ممتص	المياه
إعداد الفاكهة و الخضروات	فاكهة و خضروات نظيفة	فاكهة و خضروات معدة		
		مخلفات صلبة	مخلفات صلبة	التربة
الترشيح	العصير	العصير		
		اللباب	مخلفات صلبة	التربة
التركيز	عصير + مياه تبريد + بخار	عصير مركز		
		مياه	أكسجين حيوي ممتص	المياه
التعبئة	عصير / معجون الطماطم / المربى	زجاجات، معلبات صفيح		
		فاقد (انسكاب)	أكسجين حيوي ممتص	المياه
الطهو	فاكهة و خضروات و بخار	منتجات مطهية		
		تسرب بخار	الحرارة و الرطوبة	بيئة العمل
التعقيم	علب صفيح،	منتجات معقمة		

	زجاجات + بخار + مياه تبريد	بخار + مياه تبريد	الحرارة و الرطوبة	بيئة العمل
التبريد بالفريون	منتجات مجمدة	منتجات مبردة		
	فريون + مياه تبريد	فريون متسرب	غاز الفريون الخطر + ضوضاء من المكابس	الهواء، بيئة العمل، الحرارة
الميسرات	مياه	مياه معالجة		
		الغسيل العكسي	مواد صلبة عالقة مواد صلبة ذائبة	المياه
الغلايات	مياه معالجة + بخار متكثف (مسترجع)	مياه التفوير	مواد صلبة عالقة مواد صلبة ذائبة	المياه
	وقود	غازات ناتجة عن الاحتراق	أول أكسيد الكربون أكاسيد الكبريت	الهواء، الضوضاء
أبراج التبريد	مياه	مياه التفوير	مواد صلبة عالقة مواد صلبة ذائبة	المياه
محطة معالجة الصرف السائل	مياه الصرف الصناعي	مياه معالجة	أكسجين حيوي، أكسجين كيميائي، ألوان، مواد صلبة عالقة	المياه
		الحماءة	معادن ثقيلة، مواد صلبة عالقة	التربة

جدول رقم (2): الملوثات النمطية في الصرف السائل لمنشآت تجهيز الفاكهة والخضروات.

	الأس الهيدروجيني	أكسجين حيوي ممتص مج/لتر	أكسجين كيميائي مستهلك مج/لتر	مواد صلبة عالقة مج/لتر	مواد صلبة ذائبة مج/لتر	زيوت وشحوم مج/لتر
الصرف النهائي	6.17	1680	2750	9000	3570	100

والمخطط الآتى هو مخطط يبين عمليات تعليب خضروات وفواكه

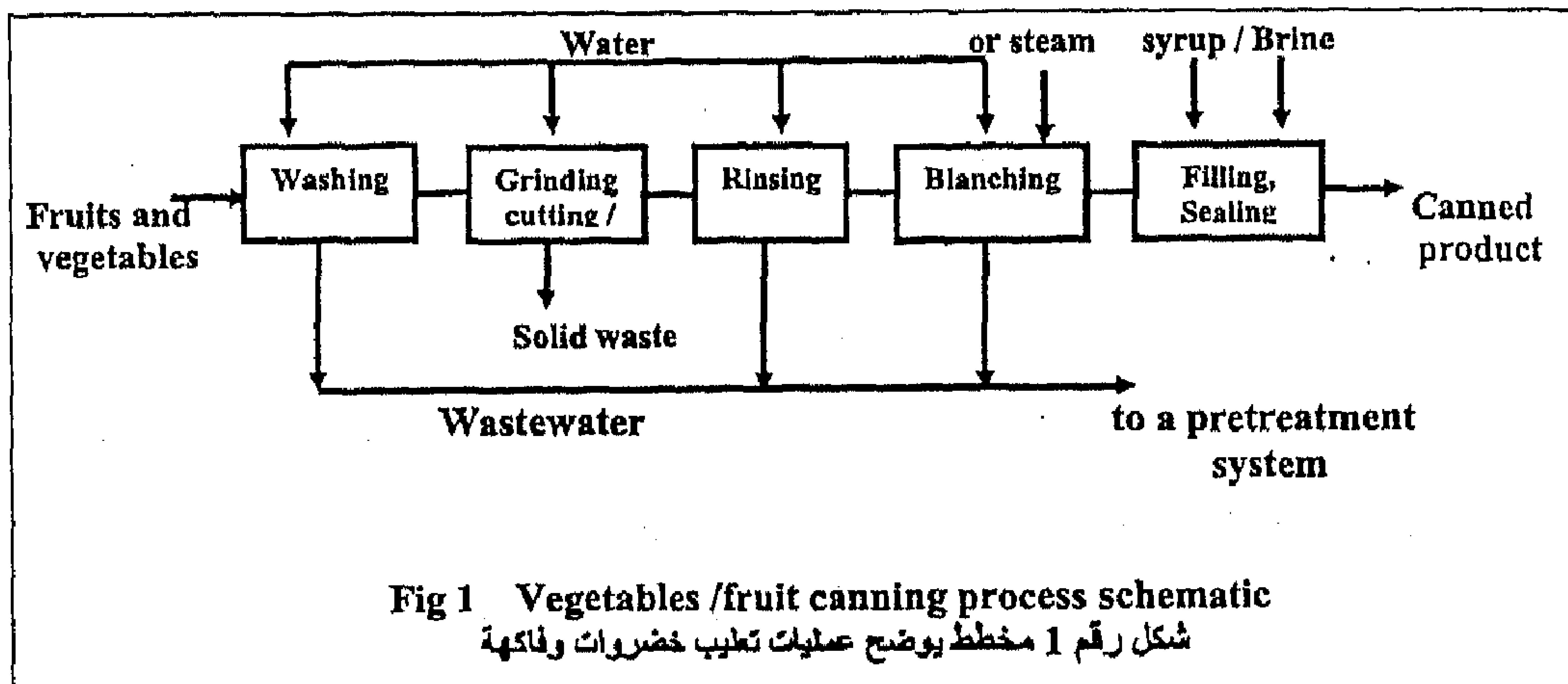


Fig 1 Vegetables /fruit canning process schematic
شكل رقم 1 مخطط يوضح عمليات تعليب خضروات وفاكهة

شكل رقم 1 مخطط يوضح عمليات تعليب خضروات وفاكهة

طرق المعالجة: تجري عملية تصفية لمياه الصرف باستخدام شبك معدني ذي ثقوب أبعادها 0-6 سم في بداية المعالجة ويتبع ذلك عملية ترسيب ميكانيكي ، وقد تضاف أحيانا كواشف كيميائية لإحداث حالة تكتل وزيادة سرعة الترسيب، وتعرف هذه المرحلة بالمعالجة الفيزيائية الكيميائية، و يمكن إجراء عملية المعالجة الحيوية بعد المعالجة الفيزيائية الكيميائية، حيث يستعمل المرشح البكتيري بشكل عام ،كما تستعمل أيضا طريقة المعالجة بواسطة التربة و ذلك بعد مزج مياه الصرف الناتجة عن صناعة حفظ الخضار والفواكه مع نسبة من المياه النقية أو مياه المجاري العامة بعد إزالة الأجسام الصلبة منها.

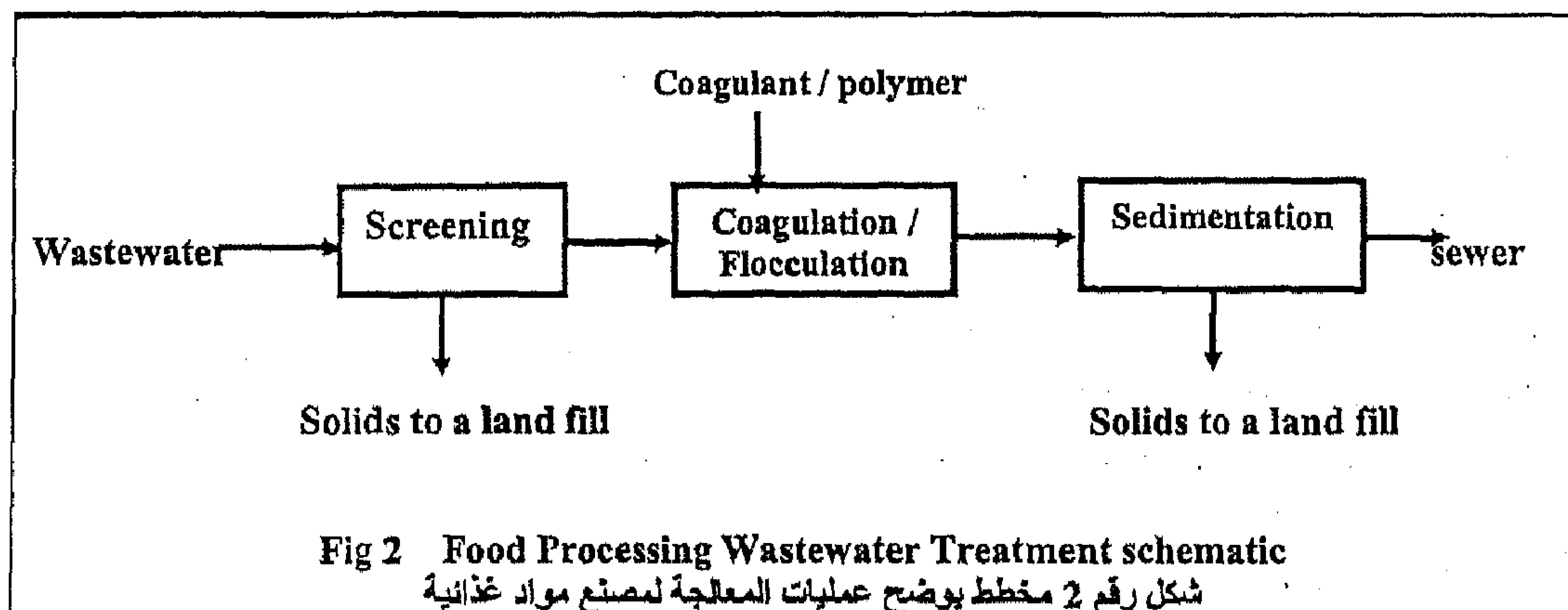


Fig 2 Food Processing Wastewater Treatment schematic
شكل رقم 2 مخطط يوضح عمليات المعالجة لمصنع مواد غذائية

5-4-7 سابعا مصانع حفظ اللحوم و المسالخ

تختلف درجة تلوث مياه الصرف الناتجة عن المسالخ باختلاف عدد الحيوانات المذبوحة يوميا وباختلاف طرق التخلص من الفضلات السائلة و الصلبة ...وتعطي مصانع حفظ اللحوم مياه صرف ناتجة عن المسالخ الموجودة داخل المصنع ،إضافة إلى المياه الناتجة عن معالجة اللحوم قبل تعليبها...

ومخلفات ذبح الماشية وحفظ وتعليب اللحوم يحتوى علي كثير من الدم والدهنيات والفضلات ومواد غروية ومواد عضوية مختلفة

ويبين الجدول التالي جدول رقم 1 محتويات المخلفات السائلة الخام لتعليب اللحوم وكذلك الصرف الخارج من كل وحدة من وحدات معالجتها وموضخة باجزاء من المليون .

المواد	الصرف الخارج من		النسبة المئوية للازالة		
	السائل الخام	حوض التصفية وفصل الشحوم	حوض الترسيب	مرشحات الزلط	
مجموع المواد الصلبة	3345	2400	2270	750	77.5
المواد العالقة	850	695	180	40	95.3
الاكسجين الحيوي الممتص	1266	1190	672	105	91.7
النتروجين كنشادر حر	23	23	22	10.6	53.9
النتروجين العضوي الكلي	145	132	74	8	94.5
الكلوريدات	860	700	700	-	-
الشحوم	500	345	105	25	95

ويلاحظ من الجدول ان مقدار التلوث للسائل الخام يبلغ عشرة اضعاف الي اثني عشرة ضعفا لقوة تلوث مياه المجاري الخام المنزلية وخاصة بالنسبة للمواد الصلبة الكلية والاكسجين الحيوي الممتص .

ويمكن معالجة هذه المخلفات معالجة كلية:

أولا امرارها باحواض التصفية وفاصل الشحوم والزيوت - وتكشط الشحوم ويتخلص منها ويمكن أيضا معالجة مياه الصرف الناتجة عن المسالخ بالتصفية ومن ثم الترسيب والتعويم قبل طرحها في شبكة المجاري العامة ، مما يؤدي إلى خفض درجة

تلوثها بمقدار 15% و يتم استرجاع المواد الدسمة و البروتينات من مياه الصرف لاستعمالها في صناعات معينة كالصابون

وتعطي مياه الصرف الناتجة عن المسالخ و مصانع حفظ اللحوم نتائج جيدة في المعالجة الحيوية لها، غير أن احتوائها على نسبة عالية من المواد الدسمة يؤدي إلى صعوبات في حال استعمال طريقة المرشحات البكتيرية حيث تشكل تلك المواد طبقة على سطح المرشح.

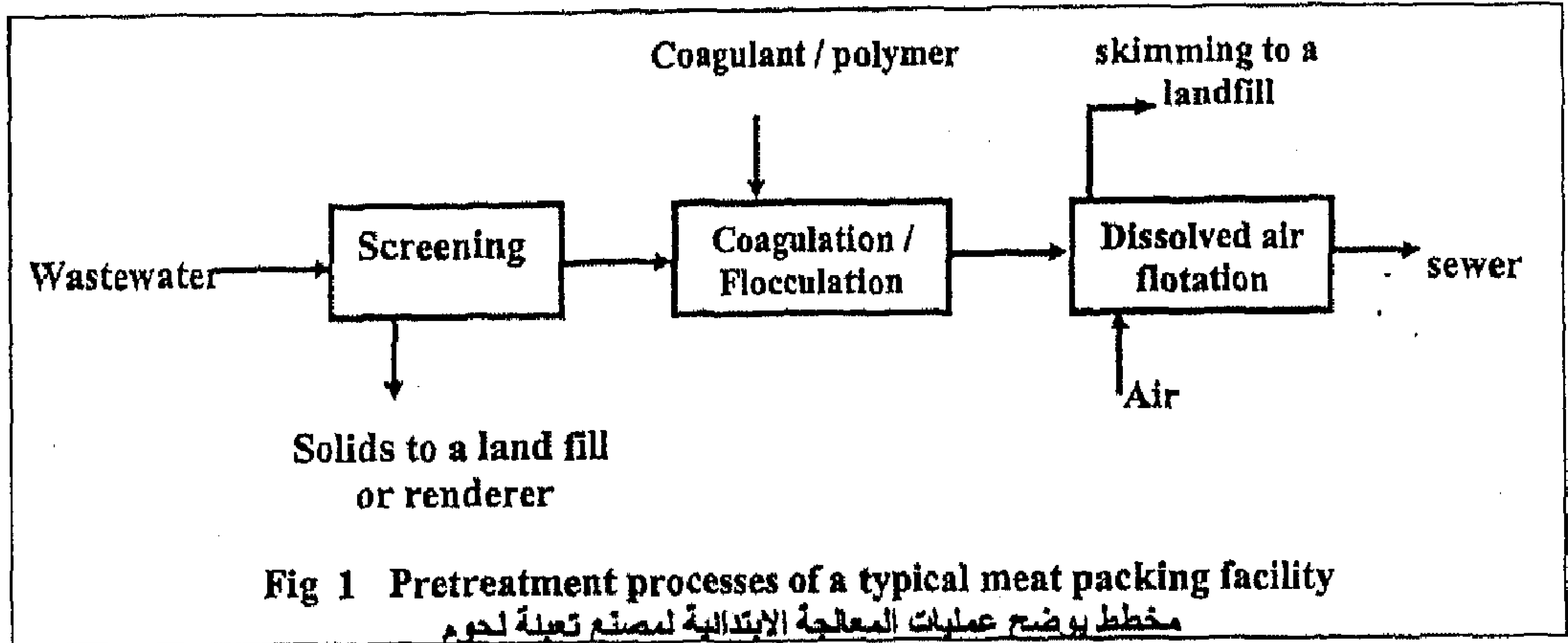


Fig 1 Pretreatment processes of a typical meat packing facility
مخطط يوضح عمليات المعالجة الابتدائية لمصنع تعبئة لحوم

5-4-8 ثامنا مصادر التلوث المرتبطة بوحدات توليد الطاقة

هناك كثير من الملوثات التي تنتج من وحدات توليد الطاقة ، وحيث ان مصر لديها كثير من وحدات الطاقة المختلفة من حيث طريقة التشغيل ونوع الوقود المساخدم فانه من المهم معرفة اهم الملوثات المتولدة عنها لمعرفة افضل التقنيات لمعالجتها .

اهم مصادر التلوث للصرف السائل :

- تسرب أو انسكاب الوقود
- ينشأ عن المخلفات الزراعية المبللة و المستخدمة كوقود نضادة (سوائل) **(leachate)** تتسم بارتفاع الطلب على الأكسجين الحيوي و الكيميائي **(BOD & COD)** .
- المياه المتخلفة عن عملية الغسيل العكسي **(Back Wash)** للميسرات
- المياه الناتجة عن تفوير الغلاية بغرض منع ترسب القشور و المواد الصلبة.
- زيوت التزليق، و تعتبر هذه الزيوت من المواد الخطرة و يجب رصد إجراءات تخزينها و تداولها و إجراءات التخلص من الزيوت المستهلكة وفقا لمتطلبات القانون 4 لسنة 1994.

- يتم تبريد بعض موتورات الديزل بواسطة المياه، إما عن طريق دورة واحدة (دائرة تبريد مفتوحة) (once-through) أو عن طريق المياه التي يتم تبريدها لإعادة الاستخدام في أبراج التبريد. و تكون المياه المستخدمة خلال دورة تبريد واحدة ملوثة بزيوت التشحيم و ينبغي رصد درجة حرارتها. و تحتوي مياه تفوير أبراج التبريد على كمية كبيرة من المواد الصلبة الذائبة الكلية التي تلوث مياه الصرف. تتم معالجة مياه التعويض لأبراج التبريد للتخلص من عسر المياه.

- **مياه التفوير والغسيل العكسي**

تتميز مياه تفوير الغلاية باحتوائها على تركيزات مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة الكلية وتكون ملوثة بالمواد الكيميائية المستخدمة للحد من التآكل والتي تتضمن موادا خطرة مثل الهيدرازين.

كذلك تتميز مياه تفوير أبراج التبريد بتركيزات مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة الكلية، كما قد تحتوي على مواد كيميائية خطرة مستخدمة للحد من التآكل و مواد مضادة للتعفن.

أما مياه الغسيل العكسي للميسرات فتتميز بتركيزات مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة الكلية وتكون ملوثة بالمواد الكيميائية المستخدمة في تيسير المياه مثل كلوريد الصوديوم، الأحماض ... الخ .

تأثيرالصرف السائل

وفيما يلي عرضا لأهم الملوثات في الصرف السائل و أهم تأثيراتها:

جدول رقم 1

المواد الصلبة الذائبة الكلية	تتسبب المواد الصلبة في زيادة معدل تآكل المعادن في شبكة الصرف الصناعي، كما تؤثر سلبا على الإنتاج الزراعي إذا استخدمت في الري، وعند تركيزات أعلى تؤثر سلبا على الأسماك و الحياة المائية. بالإضافة إلى ذلك تتأثر نوعية مياه الشرب سلبا بسبب المواد الصلبة الذائبة.
النيتروجين والفوسفور	تتسبب التركيزات المرتفعة في زيادة نمو الطحالب والأعشاب البحرية مما يؤدي إلى أجون المسطحات المائية (eutrophication) نتيجة لاستنفاذ الأكسجين فيها.
الزيوت والشحوم	للزيوت و الشحوم آثار مدمرة على نوعية المياه و الحياة المائية حيث انها تكون طبقة طافية عازلة .

5-4-9 تاسعا صناعة الورق

إن المخلفات السائلة لصناعة الورق كثيرة وكبيرة الكمية وتحتاج الي جهد للتخلص منها وذلك لتعدد مراحل التصنيع لهذه الصناعة .

فالورق يصنع عادة من الياف بنسبة مختلفة واكثر الالياف استخداما هي الالياف الخشبية (الياف السليولوز) اذ تبلغ حوالي من 85 الي 90% والنسبة الباقية والتي تتراوح بين 10 الي 15 % هي الياف يتم الحصول عليها من الكهنة والقش والورق القديم واية مواد ذات الياف مناسبة لهذه الصناعة .

وتدمج هذه المواد بعضها ببعض وتطحن ثم تطبخ وتمر الطبخة علي عدة عمليات مختلفة ، و اهمها الثلاث مراحل الاخيرة منها و هي :

مرحلة الكبريتيت

مرحلة الكبريتات

مرحلة الصودا ، وفي اثناء هذه المراحل تتعرض الطبخة للجير ولكيماويات كثيرة ومياه بكميات كبيرة

ومخلفات هذه الصناعة تؤثر تأثيرا سيئا علي مياه المسطحات المائية التي تصرف اليها هذه المخلفات، اذ تعمل علي خفض نسبة الاكسجين الذائب لارتفاع كمية الاكسجين الحيوي الممتص بها (التلوث العضوي) لما تحتويه من الياف المواد العضوية – ولذا فهي تعمل علي القضاء علي حياة الأسماك والكائنات المائية وتزيد من قلوية المسطحات المائية لما تحويه من صودا وكبريتات ، وتغير لون ماؤها وتكون الخبث الطافي علي سطحه وتزيد من عكارته بما تصرفه من طمي ورواسب جيرية .

ويلزم معالجة المخلفات السائلة لكل مرحلة من مراحل التصنيع علي حدة اذ نحصل من خلال ذلك علي منتجات جانبية ذات اهمية – ومن هذه المنتجات الجانبية نحصل من الالياف المرسبة الجافة علي وقود جيد ، ومن معالجة الياف اخري علي ورق للاسطح ، كما يمكن حجز 98 % من المواد ذات الالياف العاقة بالمياه بدلا من صرفها مع المخلفات السائلة ويعاد استخدامها .

ورواسب الجير من الصودا والكبريتات يمكن تجفيفها بالترشيح اولا ثم بالتسخين ثم تجهز وتباع كجير مخصب للارض الزراعية او للتبييض او يحرق لاعادة استخدامه في عملية تصنيع الورق .

ومياه غسيل الورق وكذلك المياه البيضاء من ماكينات تصنيعه تعالج في احواض ترسيب قبل اعادة استخدامها، فمعالجة المياه بالترسيب الابتدائي يرسب 98 % من الالياف العالقة واكثر من 90% من الطمي .

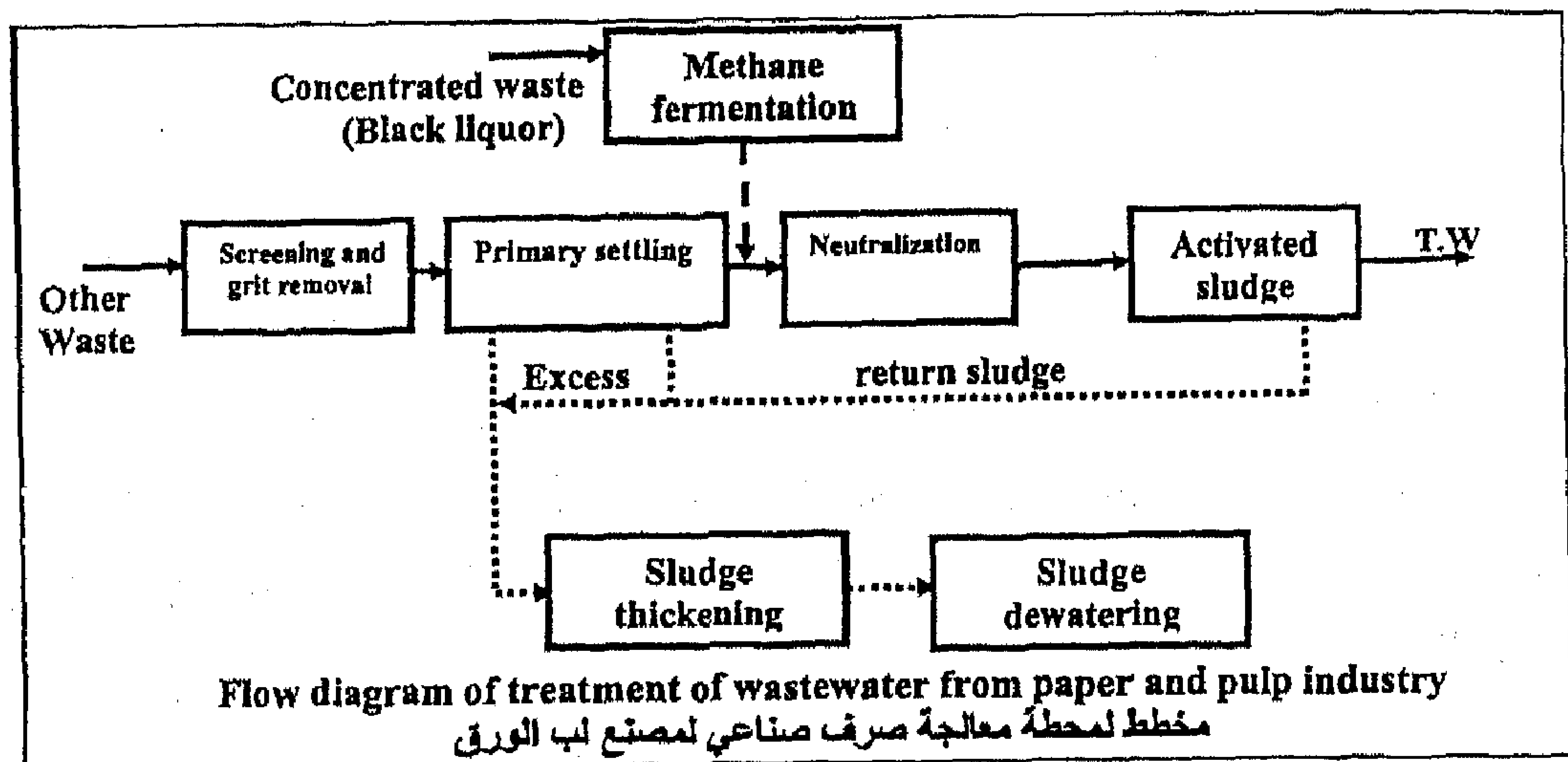
والشكل القادم هو لمخطط لمحطة معالجة صرف صناعي لمصنع لب الورق وفي هذا المشروع ثم استخدام تقنية الاكسجين النقي لعمليات الحماءة المنشطة فأمكن تخفيض الاكسجين الحيوي الممتص الي اكثر من 85 % والاكسجين الكيميائي المستهلك الي مدي من 50 الي 75% .

وتتلخص عمليات المعالجة في إمرار مياه الصرف المركزة (مياه السائل الاسود) إلي حوض تخمير حيث يتم فيه هضم لاهوائي وإنتاج غاز الميثان ثم ينتقل إلي نواتج التخمير إلي حوض التعادل قبل مرحلة المعالجة البيولوجية بطريقة الحماءة المنشطة.

اما بقية مياه الصرف الاخري فتسلك طرق معالجة تقليدية مثل المصافي وحجز الرمال والحصي ثم مرحلة الترسيب ثم إلي حوض التعادل قبل المعالجة البيولوجية ، ثم مرحلة المعالجة البيولوجية بطريقة الحماءة المنشطة باستخدام تقنية الاكسجين النقي حيث يتم معالجة الملوثات بيولوجيا وانتاج مياه معالجة ذات مواصفات جيدة .

وجزء من الرواسب الناتجة من حوض التهوية يعود إلي أحواض الترسيب الابتدائي لتقوم بعملية التنشيط البيولوجي وتعرف بالحماءة العائدة النشطة .

والرواسب الناتجة من حوض الترسيب الابتدائي والحماءة المنصرفة الزائدة من حوض التهوية تذهب إلي أحواض التكثيف ومن ثم إلي عمليات التركيز ونزع المياه لانتاج الحماءة الجافة .



Flow diagram of treatment of wastewater from paper and pulp industry
مخطط لمحطة معالجة صرف صناعي لمصنع لب الورق

تلوث خليج ابوقير بالمخلفات الناتجة عن مصنع ورق راكتا

وصناعة الورق بمصنع راكتا ينتج عنها مخلفات سائلة تقدر ب 50 الف طن سنويا تلقي جميعها في مياه خليج ابوقير البحري ، وتعرف هذه المخلفات باسم السائل الاسود والذي يتكون من مادة هيدروكسيد الصوديوم واللجنين ، ومواد كربوهيدراتية ومواد غير عضوية ، ومعظم هذه المواد تنتج من عمليات طبخ قش الارز لتحويله الي لب ويفقد في هذا السائل حوالي 90 % من هيدروكسيد الصوديوم وحوالي 50% من حجم قش الارز المستخدم في التصنيع ، وبالتالي هو يمثل فاقدا اقتصاديا كبيرا الي جانب كونه ملوثا بيئيا خطيرا ، وقد كان يتم تعويض الكميات المهدرة من هيدروكسيد الصوديوم في السائل بكميات جديدة يتم شراؤها .

وقد فشلت عملية استرجاع الصودا بالتبخير لترسب السيليكا علي جدران افران التبخير ، وقد قام فريق بالمركز القومي للبحوث بوضع حل لهذه المشكلة عن طريق الاسموزية العادية بإستخدام خزان مكون من جزءين يفصل بينهما حاجز مصنوع من غشاء شبه منفذ أحداهما يملأ بالسائل الاسود والثاني بالماء وفيه ينتقل هيدروكسيد الصوديوم تلقائيا وبالضغط الاسموزي عبر الغشاء الي الجزء المملوء بالماء .

5-4-10 عاشرا معالجة مخلفات المدابغ

صناعة المدابغ تعتمد اساسا علي عمليات تصنيع الجلود ، والجلود الخام محملة بالقاذورات والملوثات ودباغتها تحتاج الي نظافة شديدة للجلود وحلق ما بها من شعر واستخدام الجير وكثير من الكيماويات – لذا فمخلفاتها السائلة تحتوي علي كثير من

الملوثات العضوية من دم وشعر ودهون وأجزاء من اللحم ومواد عضوية عالقة وذائبة بالاضافة الي المواد الغير عضوية مثل الأملاح والجير .

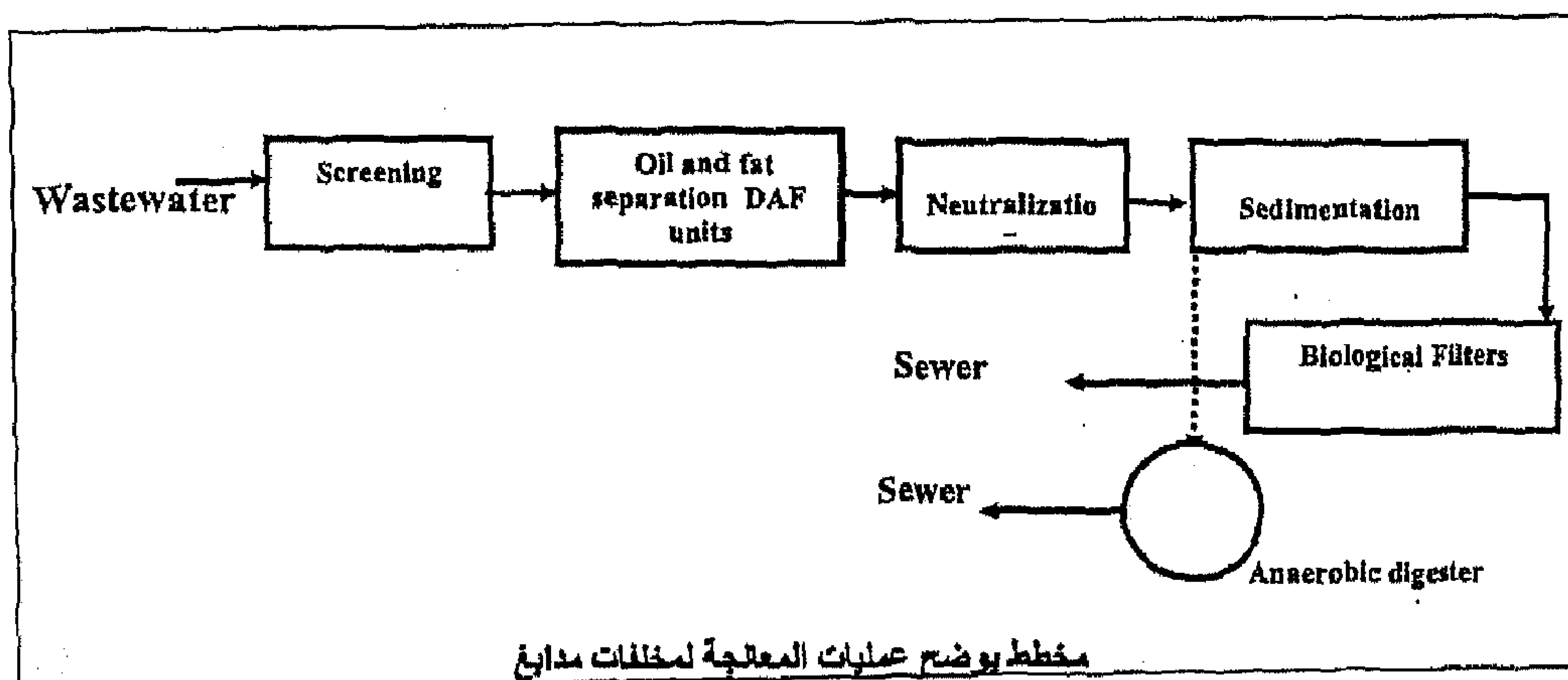
ولذا فرائحتها كريهة جدا واكسجينها الممتص عالي جدا قد يصل الي 10000 مجم / لتر حسب درجة التلوث وتعالج مخلفات المدابغ غالبا بامرارها علي المصافي الميكانيكية لتصفيتها وحجز الشعر وبقايا اللحم والدهون

واذا كانت نسبة الدهون عالية (اكثر من 100 مجم / لتر) تمرر المخلفات علي وحدات ازالة الدهون بالطفو .

ثم إلي أحواض تعادل لمعادلة الرقم الهيدروجيني لجعله في حدود 6.2 الي 7.5.

بعد معادلة الرقم الهيدروجيني تأتي مرحلة الترسيب في أحواض ترسيب عادية أو باستخدام المروبات الكيماوية مثل الشبه ومدة البقاء من 3 الي 4 ساعات .

والمياه الناتجة من أحواض الترسيب الابتدائية تذهب إلي وحدات المرشحات البيولوجية إذا كان حملها العضوي ليس كبيرا اما إذا كان الحمل العضوي كبيرا فيمكن معالجتها باحواض التخمير اللاهوائية.



مخطط يوضح عمليات المعالجة لمخلفات مدابغ

5-4-11 احدي عشر الصناعات البترولية

أ- مرحلة الانتاج : حيث تستخدم المياه في مرحلة انتاج النفط بشكل واسع ، كما أن البترول الخام يحتوي على نسبة من المياه ، وتنفصل تلك المياه بالتبخر عن درجة حرارة 50 - 90 درجة مئوية وتحوي المياه الناتجة على 0٫5 - 2 جرام/ لتر من المواد الهيدروكربونية .

ب- نقل النفط : ينتج عن عملية نقل النفط بواسطة الناقلات كميات كبيرة من المياه الملوثة بالمركبات الهيدروكربونية ، وتكون تلك المياه متواجدة داخل النفط المنقـول ، وتنفصل عنه أثناء عملية النقل ، كما يتم تنظيف ناقلات النفط بعد تفريغها ويكون ماء التنظيف محملا بالمواد المنظفة والمركبات العضوية.

ج - مياه صرف ناتجة عن مصافي النفط : تتكون مياه الصرف الناتجـة عـن مصافي النفط من أنواع مختلفة في حمولتها من المركبات البترولية وفي نوعية تلـك المركبات .

والشكل الآتى يبين المخلفات السائلة الناتجة عن صناعات تكرير البترول خـلال مراحل تكرير وتنقية البترول المختلفة اذ ان كل مرحلة تكرير لها نوعية معينة مـن المخلفات .

وتتميز المخلفات السائلة باحتوائها علي تركيزات من الزيوت والكيماويات

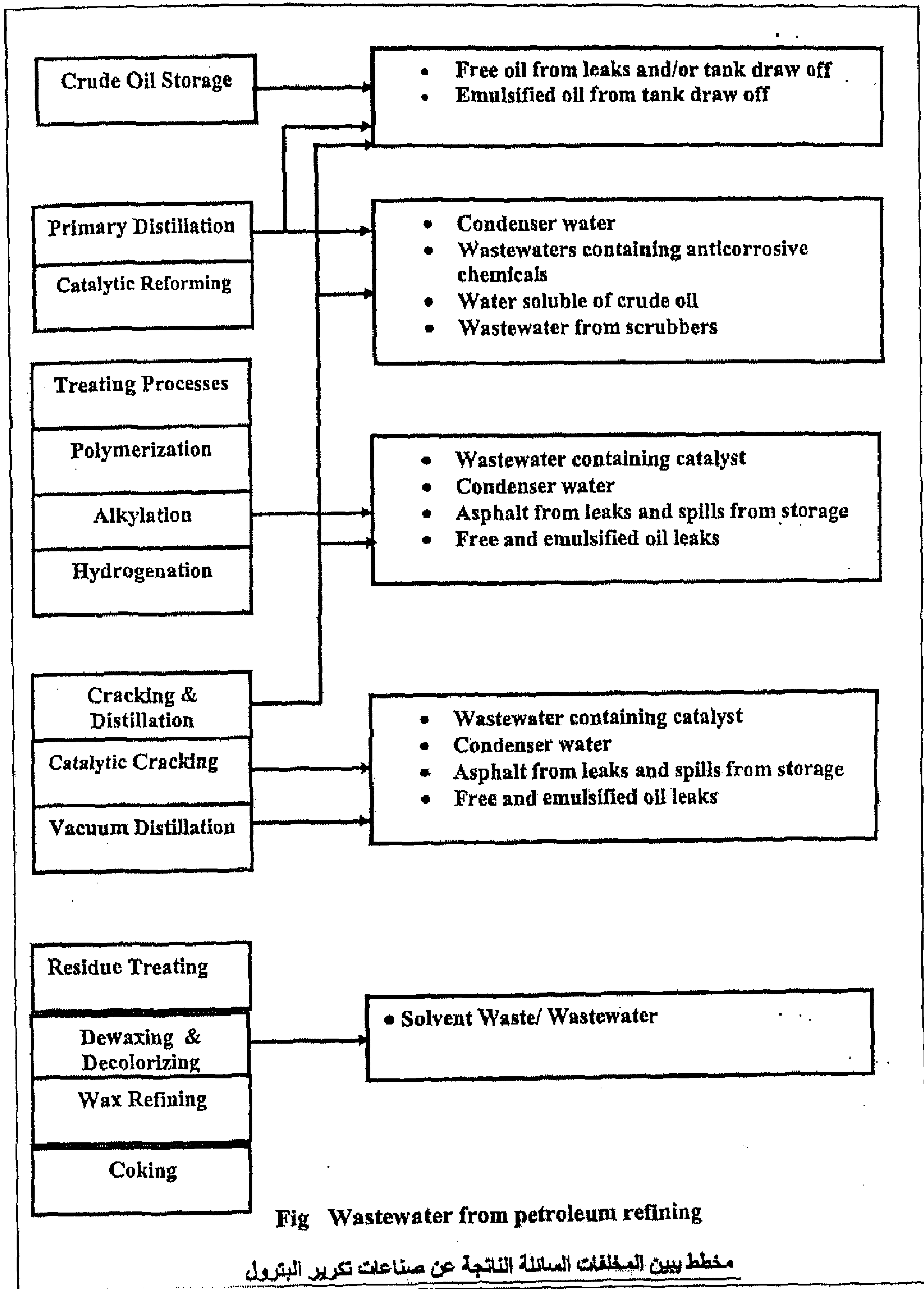


Fig Wastewater from petroleum refining

مخطط يبين المخلفات السائلة الناتجة عن صناعات تكرير البترول

طرق المعالجة

1. -الازالة الأولية للزيوت : تستعمل أجهزة مختلفة للتخلص الأولي من الزيوت وتوضع تلك الأجهزة في مدخل محطة التنقية
2. أحواض ازالة الزيوت : تعطي المرحلة الأولى من إزالة الزيوت ماء يحتوي على 25 - 100 ملجم/ لتر من المواد الهيدروكربونية ، لذلك يجب اتمام العملية وتخفيض نسبة هذه المواد الى أقل من **20** مجم/ لتر لتصبح متناسبة مع القوانين العامة لطرحها ضمن المياه السطحية أو لمعالجتها بالطرق الحيوية.
3. إزالة الكبريت : يتم التخلص من الكبريت المنحل في مياه الصرف الناتجة عن الصناعات البترولية بواسطة البخار أو الأكسدة البطيئة بواسطة الهواء .
4. المعالجة الحيوية : تستخدم طرق المعالجة الحيوية في معالجة مياه الصرف الناتجة عن الصناعات البترولية بعد أن يتم التخلص من الفحوم الهيدروجينية والمواد السامة والمعادن الثقيلة ..

5-4-12 اثني عشرة الصناعات التعدينية

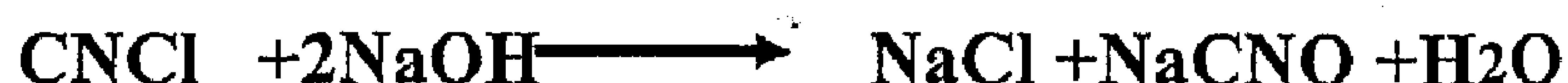
المخلفات السائلة للصناعات التعدينية ومصانع الطلاء الكهربي تعتبر من اكثر الملوثات الصناعية احتواء علي المواد السامة كالأحماض وأملاح السيانيد السامة – لهذا لا يسمح بصرف هذه المخلفات خام في المسطحات المائية التي تستخدم كمصدر لمياه الشرب او مصدر لشرب الحيوانات ، كما لا يسمح بصرفها علي شبكة المجاري العامة اذا كانت هذه المجاري سوف تجمع وتعالج بيولوجيا .

والمعالجة الكيمائية تعد من افضل الطرق لازالة المواد السامة ، وتختلف المعالجة الكيماوية باختلاف الصناعة فتعالج مخلفات الطلاء الغير محتوية علي مركبات السيانيد او الكرومات برفع قيمة الاس الهيدروجيني باستخدام الجير او الصودا الكاوية لمعادلة ما بها من احماض وترسيب ايونات المعادن علي هيئة هيدروكسيدات او املاح قاعدية.

وهناك عدة طرق للتخلص من السيانيدات (مركبات السيانيد) ويتضح ذلك من المعادلات الآتية :-

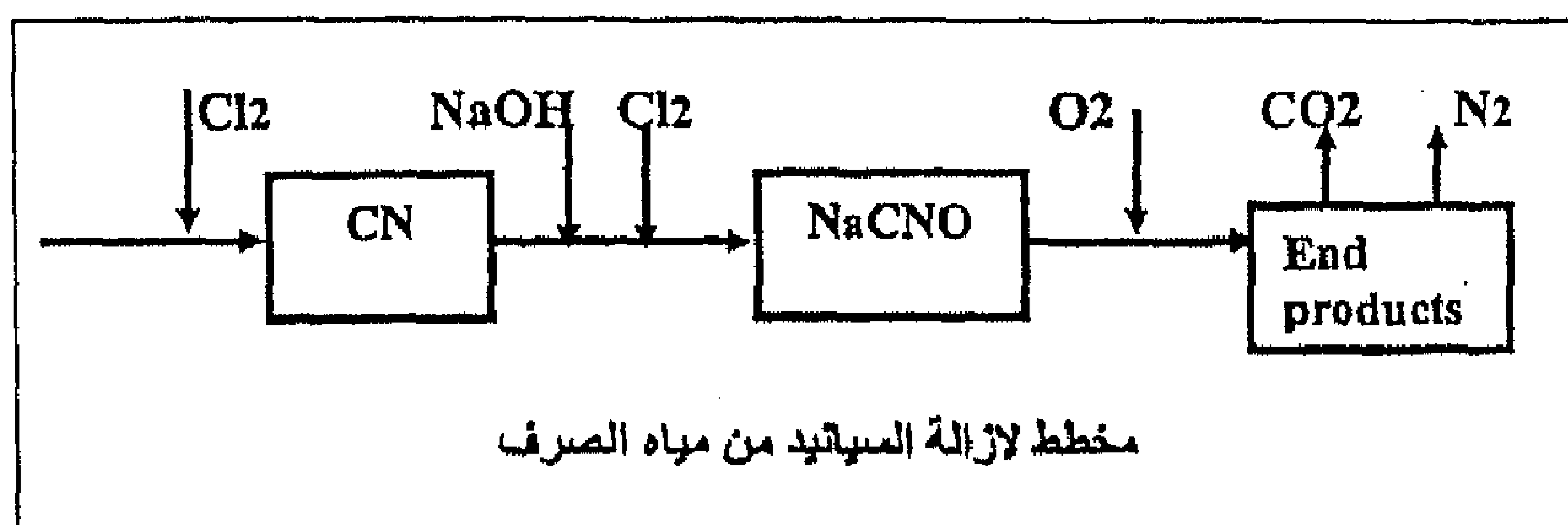


$$CN + Cl_2 \longrightarrow CNCl$$



$$CNCl + 2NaOH \longrightarrow NaCl + NaCNO + H_2O$$





مخطط لإزالة السيانيد من مياه الصرف

ويتخلف عن عملية الطلاء بالكروم الكرومات ويمكن التخلص منها بالاختزال بواسطة ثاني اكسيد الكبريت أو أملاح الكبريتيت او البيكبريتيت أو أي عامل مختزل اخر فيتحول الكروم إلي كروم ثلاثي التكافؤ الذي يمكن التخلص منه بالترسيب بعد رفق قيمة الرقم الهيدروجيني .

مثال1:- عن كيفية حساب ازالة السيانيد من مياه الصرف

في مشروع لإزالة السيانيد من مياه الصرف باستخدام الكلورة القلوية ، فيحتوي خزان الصرف علي 12000 جالون بتركيز سيانيد قدره 15 مجم /لتر .

وتجارب المعمل اثبتت ان كل 7 ارطال من الصودا و8 ارطال من الكلورين مطلوبة لاكسدة 1 رطل من السيانيد لغاز النتروجين.

المطلوب

(1) معرفة كم من الارطال من الكلورين تلزم لاكسدة كل كمية السيانيد

(2) كم من الزمن يتطلب لضخ الصودا إذا علمت أن مضخة الصودا تضخ 120 جالون في اليوم من 10 % تركيز.

(3) كم من الزمن يتطلب لتشغيل جهاز الكلورة لضخ 12 % من مادة الهيبوكلوريت علما بان جهاز الكلورة يضخ 250 جالون في اليوم .

الحل :

حجم السيانيد = 12000 جالون

تركيز السيانيد = 15 مجم / لتر

جرعة الكلور = 8 رطل كلور / رطل سيانيد

جرعة الصودا = 7 رطل صودا / رطل سيانيد

تركيز الهيبوكلوريت = 12 % كلورين

طاقة الكلورة = 250 جالون /يوم

تركيز الصودا = 10%

طاقة ضخ الصودا = 120 جالون في اليوم

كمية السيانيد بالرطل = (حجم السيانيد بالجالون × تركيز السيانيد مجم /لتر × 8.34 رطل /جالون) / 1000000 / مول

= 12000× 15 × 8.34 /1000000 = 1.50 رطل سيانيد

كمية الكلورين المطلوبة = كمية السيانيد بالرطل × جرعة الكلور رطل /رطل = 1.50 × 8 = 12 رطل كلور

كمية الصودا المطلوبة = كمية السيانيد بالرطل × جرعة الصودا رطل /رطل= 1.50 × 7 = 1050 رطل صودا

زمن تشغيل جهاز الكلورة= (الكلور المطلوب رطل × 100% × 24 ساعة يوم) / (طاقة الكلورة × 8.34 ×تركيز الهيبوكلوريت)

= 12 × 100 × 24 / 250 × 8.34 × 12 = 1.15 ساعة

زمن تشغيل ضخ الصودا = (الصودا المطلوبة رطل × 100% × 24 ساعة يوم) / (طاقة ضخ الصودا × 8.34 × تركيز الصودا)

= 10.50 × 100×24 / 120 × 8.34 ×10 = 2.52 ساعة

مثال 2

في مشروع طلاء كهربي يتم ازالة النحاس من مياه الصرف عن طريق الترسيب بمادة هيدروكسيد الصوديوم، وطبقا للنتائج المعملية فان كل 10 ملليلتر من 4 % من هيدروكسيد الصوديوم سوف ترفع قيمة الاس الهيدروجيني الي 12 لكمية لتر من مياه الصرف وترسب النحاس ، احسب كم جالون من 4% NaOH تلزم لمعالجة 400 جالون من مياه الصرف .

الحل :

10 مل / لتر من مياه الصرف

كمية مياه الصرف 400 جالون

كمية NaOH بالجالون = كمية مياه الصرف × مل من الصودا / 1000 مل × 1 لتر من مياه الصرف

= 400× 10 / 1000 × 1 = 4 جالون من 4% NaOH .

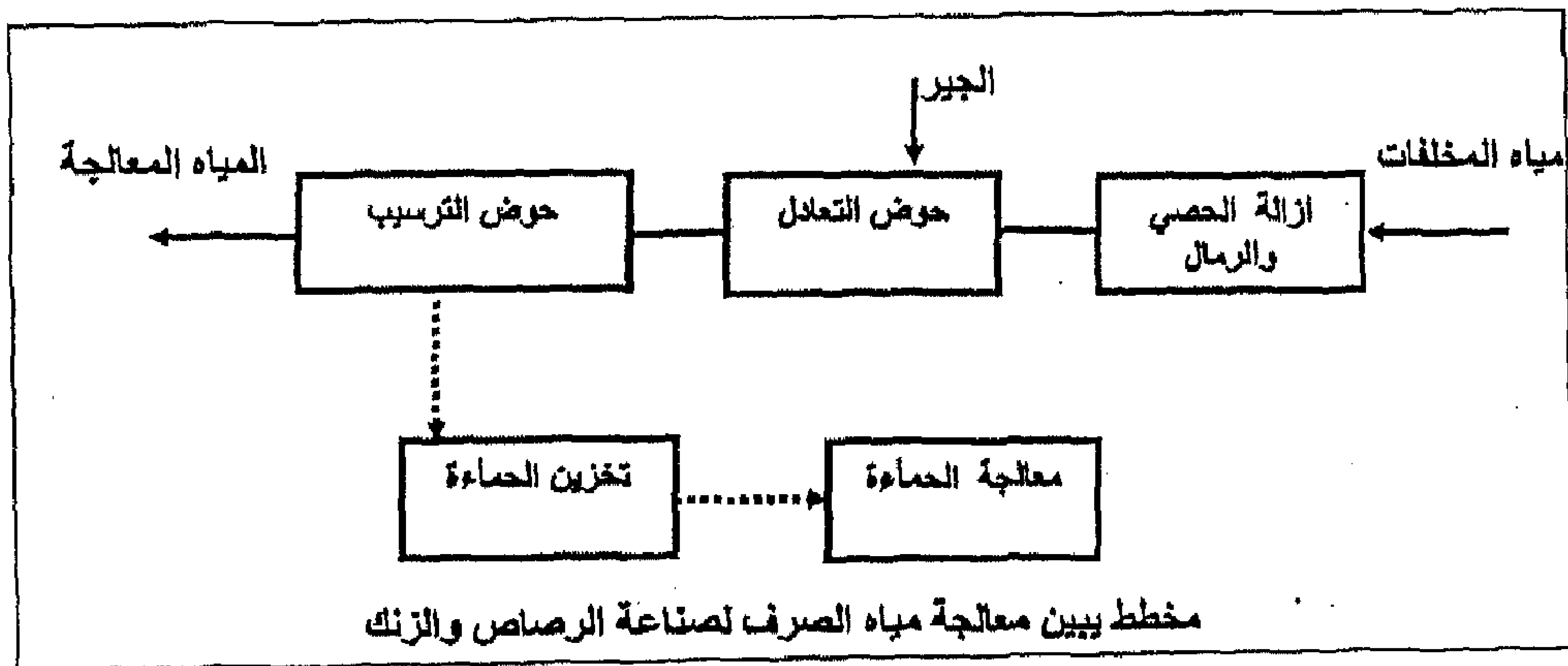
ازالة العناصر الثقيلة بالترسيب الكيميائي

ويتم ذلك بتفاعل الصودا الكاوية التي تحتوي علي أيون الهيدروكسيد مع العنصر مكونة راسب من هيدروكسيد العنصر والذي يساعد على رفع الاس الهيدروجيني علي ترسبه .

كما أن إضافة المادة المروبة والتي تساعد علي ترويب وترسيب راسب هيدروكسيد العنصر.



معالجة مياه الصرف الناتجة من مخلفات صناعة الرصاص والزنك



مخطط يبين معالجة مياه الصرف لصناعة الرصاص والزنك

ويتضح من المخطط السابق لعمليات المعالجة ان مياه المخلفات تدخل أولا إلي غرفة ازالة الحصي والرمال خيث تحجز الرمال، ثم تمر الي حوض التعادل حيث يضاف الجير لمعادلة المخلفات الحامضية ثم الي حوض الترسيب لترسيب الرواسب الصلبة وتخرج المياه المعالجة اما الحماءة (الرواسب الصلبة) فتخزن اولا في حوض التخزين لتجميعها بكميات مناسبة ثم تضخ الي وحدات معالجة الحماءة

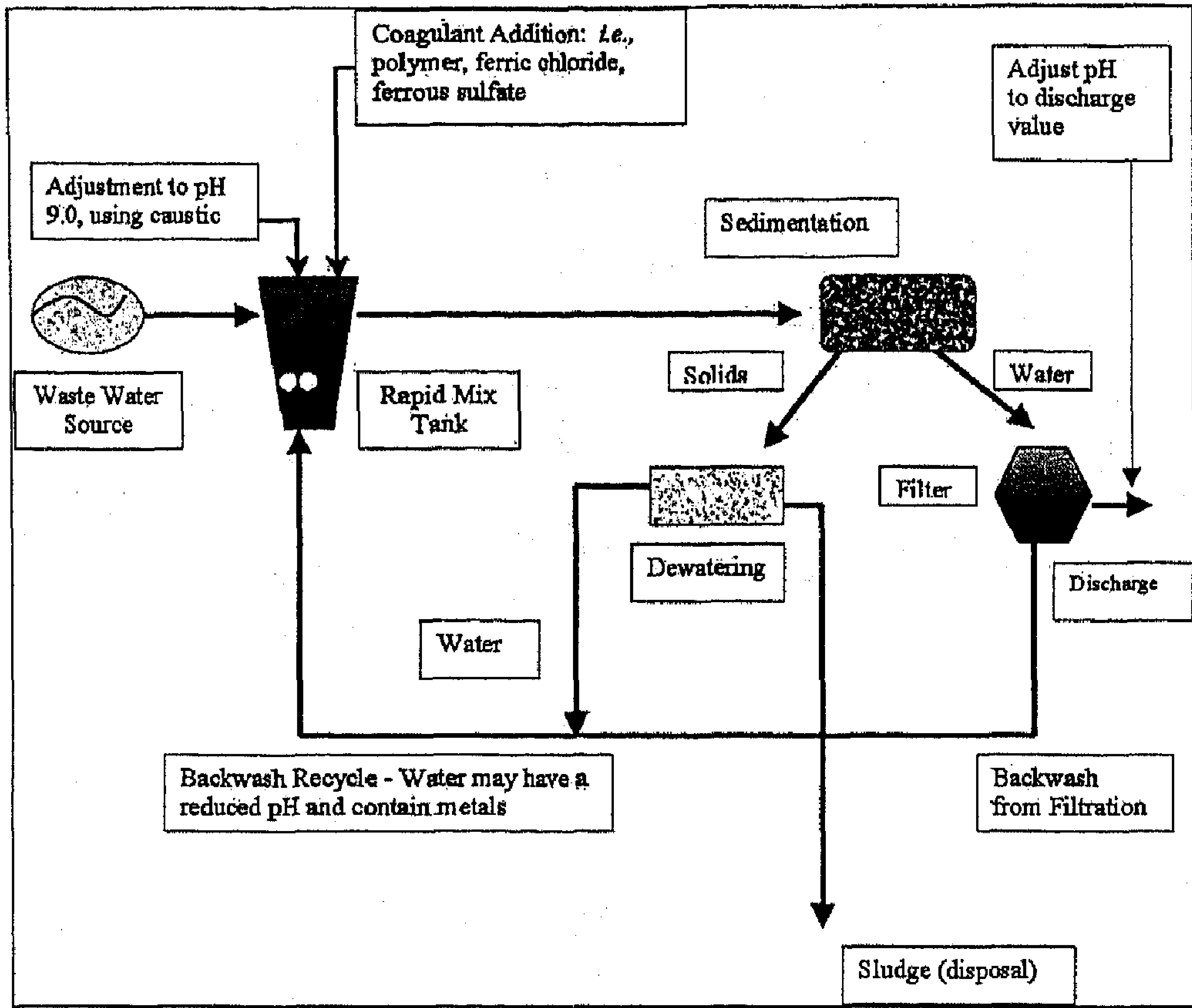


Figure - The Processes of a Conventional Metals Precipitation Treatement plant

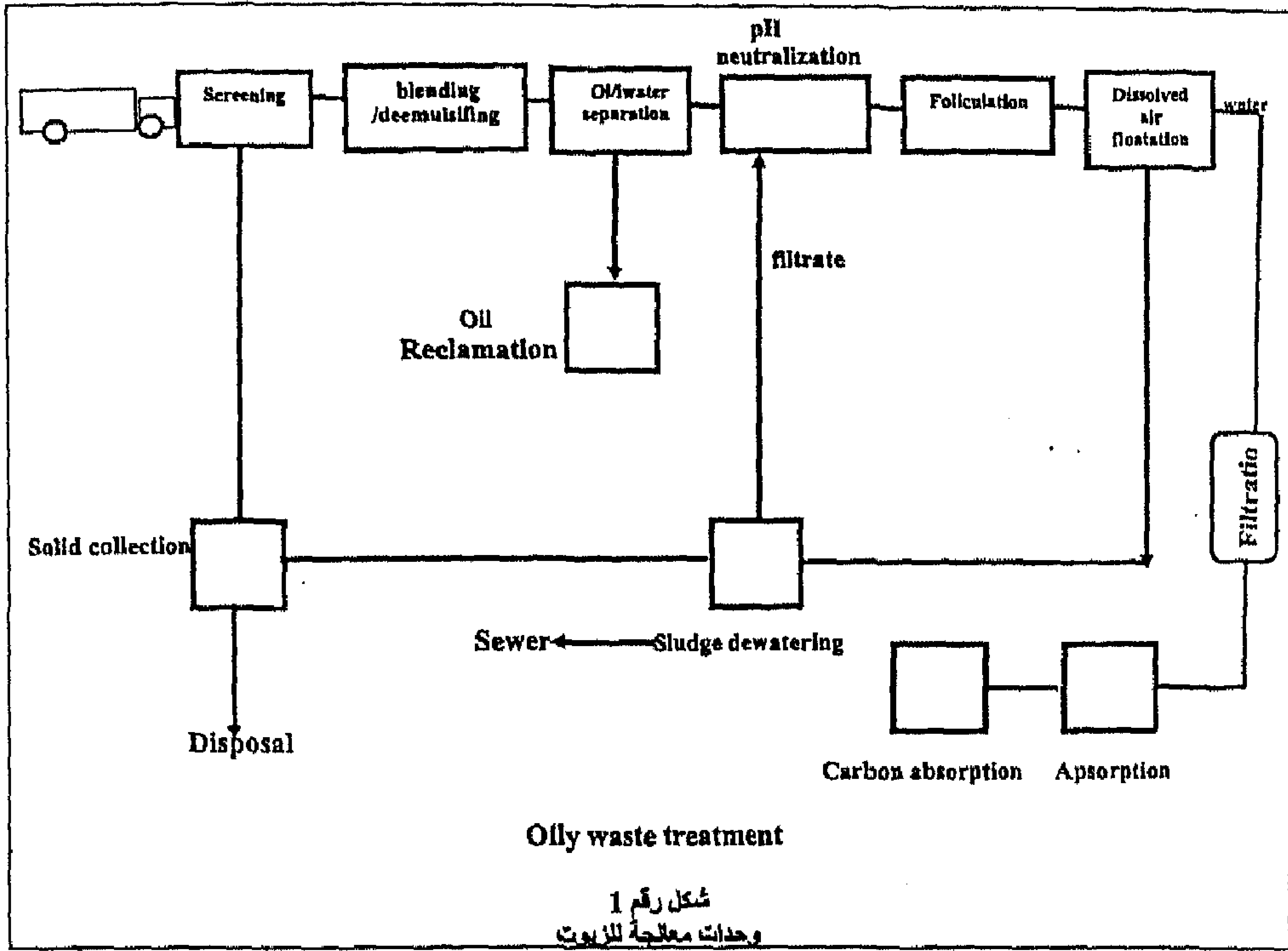
مخطط شامل لعمليات الترسيب التقليدي ومعالجة مياه الصرف للعناصر الثقيلة واعادة استخدام المياه المعالجة

13-4-5 ثلاث عشرة مخلفات الزيوت

مصادر التلوث بالزيوت عديدة ومتنوعة منها مخلفات المراكب واحواض السفن ومخلفات الورش وآبار البترول ومعامل تكريرها .

وهذه المخلفات السائلة تسبب متاعب لعمليات تنقية ومعالجة مياه الشرب من ناحية الطعم والرائحة ، ولشواطيء الاستحمام اذا صرفت في البحر لما بها من خبث يطفو فوق سطح المياه وتسبب مشاكل ايضا لعمليات معالجة مياه الصرف الصحي (المجاري) لكثرة ما تكونه من خبث يطفو فوق سطح أحواض الترسيب الابتدائية وما قد يعوق أو يقلل من تبادل الاكسجين بين الهواء ومياه أحواض التهوية ، وما يسببه من انسداد لمرشحات الزلط .

والشكل التالى يبين مخطط لوحدات معالجة للزيوت



شكل رقم 1
وحدات معالجة للزيوت

5-4-14 اربع عشرة صناعة الاسمنت

مقدمة عن صناعة الأسمنت

تعتبر صناعة الأسمنت من أهم الصناعات فى مصر. و هذه الصناعة مرتبطة بصناعات البناء والتشييد والبنية الأساسية . وفي السنوات العشر الماضية كانت هناك طفرة فى هذه الصناعة:

وصف الصناعة

تعتبر صناعة الأسمنت من الصناعات الاستراتيجية لأنها ترتبط مباشرة بأعمال الإنشاء والتعمير. ويستخدم الأسمنت كمادة رابطة هيدروليكية من مكونات المونة أو الخرسانة. وعادة ما تنشأ مصانع الأسمنت بالقرب من محاجر الطفلة (clay) والحجر الجيرى وذلك بهدف خفض تكلفة نقل المواد الخام. وتختلف الملوثات الناتجة عن مصانع الأسمنت من حيث المكونات والكمية تبعا لاختلاف عمليات التشغيل من مصنع لآخر وإجراءات النظافة العامة المتبعة وعوامل أخرى متنوعة.

هناك طريقتان أساسيتان فى صناعة الأسمنت: العمليات الجافة والعمليات الرطبة (wet and dry processes). فى العمليات الرطبة تطحن المواد الخام وتخلط بالمياه ثم

يفصل الناتج المعلق (Slurry) إلى الفرن. أما فى العمليات الجافة فيتم تجفيف المواد الخام قبل أو أثناء الطحن قبل إدخالها إلى الفرن.

وتقوم الوحدات الخدمية بالمنشأة بإمداد المصنع بالمياه والطاقة وتتولى إجراءات الصيانة وعمليات التعبئة والتخزين وإجراء الاختبارات والتحاليل.

الصرف السائل

تحدث أعلى مستويات تلوث الصرف السائل عند ملامسة المياه لأتربة الأفران الذى تم تجميعه، وهناك ثلاثة مصادر رئيسية لحدوث هذا التلامس:

- عملية الترشيح (Leaching) التى تؤدى إلى التخلص من القلويات الذائبة واستخلاص المواد الصلبة الغير ذائبة لإعادة استخدامها، وفى النهاية يصرف ناتج الترشيح (الرشيح).
- التخلص من معلق الأتربة الرطبة دون استرجاع المواد الصلبة أو إعادة استخدامها حيث يضخ المعلق فى برك الترسيب ويترك لتترسب المواد الصلبة ويصرف ماء الترشيح.
- الصرف السائل الناتج عن جهاز غسيل الغازات المستخدم فى غسيل انبعاثات الفرن الغازية للتخلص من أتربة الفرن.

كما توجد مصادر أخرى لتلوث مياه الصرف:

- مياه تفوير الغلايات وأبراج التبريد (تركيزات مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة، والمواد الصلبة العالقة).
- زيوت التزليق المستهلكة فى الجراج والورش إذا تم صرفها على شبكة الصرف سوف تكون مياه زيتية (زيوت وشحوم).
- مياه الصرف الصحى.

وأهم الملوثات فى الصرف السائل هى المواد الصلبة الذائبة الكلية والمواد الصلبة العالقة والمعادن الثقيلة.

التأثير البيئى للصرف السائل

عند التخلص من أتربة الفرن فى شبكة الصرف الخاصة بالمصنع فإن ذلك يؤدى الى تكون الملاط (slurry) الذى قد يتسبب فى انسداد شبكة المجارى.

كما تتسبب زيوت التزليق المستهلكة الناتجة عن الجراج والورش فى بعض المشاكل إذا تم تصريفها على شبكة الصرف حيث تغطى أسطح شبكة المجارى وتصعب من عمليات الصيانة. وإذا تم تصريفها على المياه السطحية فإنها تلحق أضرارا بالحياة المائية كما تشوه منظر المسطحات المائية بالاجسام والمواد الطافية.

إجراءات الحد من تلوث المياه

إدخال التعديلات على المنشأة	تتولد مياه الصرف فى مصانع الأسمنت من عمليات تبريد معدات التشغيل، وعمليات استعادة تراب الأسمنت عن طريق الغسيل الرطب لانبعاثات الفرن. وتتضمن مياه الصرف (قبل معالجتها) موادا صلبة ذائبة مثل هيدروكسيدات البوتاسيوم والصوديوم، الكلوريدات والكبريتات، ومواد أصلية عالقة مثل كربونات الكالسيوم وحرارة مهدورة. وتتضمن الإجراءات الأساسية للتحكم ومعالجة مياه الصرف عمليات تدوير المياه لإعادة استخدامها بواسطة أبراج أو برك التبريد، برك الترسيب، برك حجز مياه الصرف والمروقات. وتستخدم أبراج وبرك التبريد لخفض حرارة المياه المستخدمة فى تبريد معدات التشغيل، أما برك الترسيب فتستخدم لخفض تركيز المواد الصلبة العالقة بينما تستخدم برك حجز المياه للتخلص من أتربة الفرن، والمروقات لفصل المواد الصلبة. تدوير مياه صرف الإنتاج الرطب وإعادتها الى الفرن. أبراج وبرك الترسيب. حفر القنوات للتحكم فى تيار الصرف السطحى الناتج عن ابتلال أكوام المواد الخام أو المخلفات الصلبة. تبطين مناطق حفظ الأكوام للتحكم فى الارتشاح الناتج عن ابتلال المواد الخام أو المخلفات الصلبة. فصل أو تجميع خطوط مجارى الصرف السائل للحد من إجراءات المعالجة الزائدة ولضمان الالتزام بالقوانين البيئية. ففى بعض المنشآت حيث يتم الصرف من خلال نقاط صرف متفرقة قد يؤدى تجميع مجارى الصرف الى حالة من الالتزام باللوائح البيئية، بينما فى بعض المنشآت الأخرى (التى تحتاج فيها مياه بعض خطوط الصرف الى إجراءات معالجة خاصة) لا يمثل فصل المجارى المائية عن هذه الخطوط وصرفها بشكل مستقل مخالفة بيئية. وبذلك لا تحتاج معالجة الخطوط الأخرى سوى لوحدة معالجة صغيرة.
إجراءات نهاية الأنبوب	تتطلب إجراءات معالجة الصرف السائلة فى صناعة الأسمنت اتخاذ إجراءات معالجة عند طرق الأنبوب (الصرف النهائى) نظرا لما تتميز به مياه الصرف من تركيزات مرتفعة من المواد الصلبة الذائبة الكلية والمواد الصلبة العالقة.

5-4-15 خمس عشرة صناعة الاسمدة

مقدمة عن صناعة الأسمدة

تعتبر صناعة الأسمدة من الصناعات الأكثر تلويثا للبيئة فى مصر. وتخضع هذه الصناعة لقطاع الصناعات الكيميائية الذى يعتمد على استخدام كميات كبيرة ومتنوعة من المواد الكيميائية. تعتبر صناعة الأسمدة من الصناعات الكبيـرة التـى تتـضمن عمليات كيميائية عديدة وكذلك العمليات الفيزيائية فى التصنيع. وتنتج شركات الأسمدة المصرية نوعين أساسيين من الأسمدة هى الأسمدة النيتروجينية والأسمدة الفوسفاتية.

وصف عملية صناعة الأسمدة

تعتبر صناعة الأسمدة شكلا من أشكال الإنتاج الكيميائى الثانوى. ومن الضرورى الإلمام بالمدخلات وتقنيات التصنيع من أجل تحديد مصادر التلوث وإجراءات الحد من التلوث فى هذه الصناعة.

ويمكن تصنيف الأسمدة إلى مجموعتين ، الأسمدة الطبيعية والأسمدة الاصطناعية. وتتضمن الأسمدة الاصطناعية أنواعا مختلفة طبقا لتركيبتها الكيميائية، الحالة الفيزيائية ودرجة ذوبانها فى الماء. ويتم تقسيم الأسمدة طبقا للتركيبة الكيميائيـة إلـى ثـلاث مجموعات رئيسية كما يلى :

- الأسمدة الفوسفاتية وتحتوى على الفوسفور كعنصر أساسى يعبـر عنهـا بالرمز $P_2O_5\%$.
- الأسمدة النيتروجينية (الآزوتية) وتحتوى على النيتروجين كعنصر أساسى ويعبر عنها بـ $N_2\%$.
- الأسمـدة البوتاسيومية وتحتـوى علـى البوتـاسيوم كعنصر أساسى ويعبر عنها بـ K_2O .

وبالإضافة إلى الأسمدة الأحادية التى تحتوى على مغـذ وحيـد (النيتـروجين أو الفسفور أو البوتاسيوم ، هناك أسمدة مركبة تحتوى على اثنين أو ثلاثة من المغـذيات النباتية الرئيسية (النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم) . وتتوافر أنواع كثيرة جدا مـن الأسمدة المركبة طبقا لمحتوياتها من المغذيات . ويتم كذلك إنتاج الأسمدة السائلة فـى جميع أنحاء العالم بما فى ذلك مئات الأشكال التى تحوى مغذ أو أكثر مع نسبة ضئيلة من عناصر أخرى. ويتم إنتاج الأسمدة المركبة (التى تحتوى على نيتروجين وفسفور

وبوتاسيوم) فى المصنع التجريبى التابع للمركز المصرى لتطوير الأسمدة الموجود فى طلخا. ولكن بكميات محدودة حسب طلبات العملاء. كما يوجد مصنع فى شركة الدلتا ينتج السماد السائل المكون من نترات الأمونيوم ــ اليوريا (32% نيتروجين)

يتعين أن تكون الأسمدة السائلة خالية من المواد الصلبة لتجنب انسداد فوهات أنابيب التغذية بالمزيج السائل. ويتم استخدام حامض الفوسفوريك المركز كأساس لسوائل عالية التحليل. وعندما يتفاعل حامض الفوسفوريك المركز مع الأمونيا، فإنه يعطى محلولا متعادلا لا يتبلور عند درجة حرارة منخفضة. وإذا ما تم تفاعله مع الأمونيا تحت ضغط، يتكون أمونيوم متعدد الفوسفات. ويمكن تخزين هذه المادة وشحنها كمادة صلبة أو مذابة عند الحاجة. وهناك سماد سائل آخر هو الأمونيا اللامائية ، ويتم تبخيرها وتحويلها إلى غاز يحرث مع التربة مباشرة. وقد تم تطوير مزيج من المحلول المعلق الذى يحتوى على 13% نيتروجين و 43% من خامس أكسيد الفوسفور ، ويمكن إضافة نسب ضئيلة من العناصر المضافة إلى هذا المزيج بواسطة خلاطات مصنوعة خصيصا لذلك .

المخلفات السائلة

يمكن تقسيم مياه الصرف والمخلفات السائلة، الناتجة عن صناعة الأسمدة وتصنيعها، إلى أربع مجموعات:

- مخلفات سائلة ناتجة عن عمليات التشغيل وناتجة عن التلامس مع الغاز، أو السوائل أو المواد الصلبة.
- السوائل المخصصة والتى قد يتم فصلها للاستخدام فى عملية ما أو إعادة تدويرها بمعدل محكوم .
- السوائل الناتجة عن المرافق مثل التنظيف المعالجة المبدئية.
- السوائل التى تتواجد مصادفة مثل التسرب أو الانسكاب.

وتتولد المخلفات السائلة فى أية منشآت لإنتاج الأسمدة وذلك عن طريق التسرب، الانسكاب والتنظيف والصيانة أو الاختبارات المعملية. وقد تحتوى مياه التبريد على الأمونيا والسلفات والكلورايد، والفوسفات، الكرومات والمواد الصلبة المذابة والتى تصبح مركزة نتيجة للتبخر .

خصائص مياه الصرف الناتجة عن وحدة إنتاج السوبر فوسفات

المكونات	الوحدات	المصدر (1)	المصدر (2)	المصدر (3)	المصدر (4)
الأس الهيدروجين (pH)	مجم/لتر	1.17	2.3	7.67	1.1
الأكسجين الكيميائى المستهلك	مجم/لتر	-	-	15.56	-
الأكسجين الحيوى الممتص	مجم/لتر	-	-	5	-
إجمالى النيتروجين	مجم/لتر	-	-	14	-
المواد الصلبة القابلة للترسيب	مجم/لتر	2	-	-	0.5
إجمالى المواد المتبقية عند درجة 105	مجم/لتر	11834	1029	332	7889
إجمالى المواد المتبقية المتطايرة عند درجة 550°	مجم/لتر	5368	447	71	4429
إجمالى المواد الصلبة المعلقة	مجم/لتر	2422	108	4303	980
إجمالى المواد الصلبة الذائبة	مجم/لتر	9412	921	288.7	6909
الفوسفات الكلى	مجم/لتر	340	20	1.2	304
كبريتيد الهيدروجين	مجم/لتر	-	-	-	-
الكبريتات	مجم/لتر	270	120	34	260
إجمالى عسر الماء	مجم/لتر	-	-	160	302
عسر الكالسيوم	مجم/لتر	-	-	98	194
الفلورايد	مجم/لتر	16400	1550	1.2	14750
السليكات القابلة للذوبان	مجم/لتر	6000	2700	6.5	6400
الحديد	مجم/لتر	65	3.6	0.4	7.5

المصدر (1): مياه الغسيل الناتجة عن أبراج غسل الغازات فى وحدة السوبر فوسفات الأحادى.

المصدر (2): مياه الغسيل الناتجة عن أبراج الغازات فى وحدة السوبر فوسفات الثلاثى.

المصدر (3): مياه التبريد الناتجة عن تخفيف حمض الكبريتيك.

المصدر (4): الصرف النهائى .

المخلفات السائلة من تصنيع الأسمدة النيتروجينية (الآزوتية)

تعتبر مياه الصرف الصناعى هى مشكلة التلوث الكبرى فى مثل هذه المصانع. ولقد أوضحنا هنا عددا من أنواع مياه الصرف الناتجة عن عمليات صناعة الأسمدة الآزوتية. ويتم تحليل مياه الصرف بقياس المؤشرات التالية : الأمونيا ، والنترات، والنيتروجين العضوى ، وتركيز أيونات الهيدروجين (pH).

- ***إنتاج الأمونيا***

بالنسبة لإنتاج الأمونيا، تتولد مياه الصرف من عملية فصل متكاثفات العمليات . وينتج عن مياه التبريد (بعد المحول منخفض الحرارة) متكاثفات تحتوى على NH_3 الأمونيا، ثانى أكسيد الكربون (CO_2) ، والميثانول (CH_3OH) ، ومقدار ضئيل من المعادن. ويستخدم برج الفصل بالبخار لإزالة الأمونيا والميثانول من الماء. ويمكن إعادة نتاج التكثيف الذى يتم فصله كمياه لتغذية الغلايات بعد معالجة التبادل الأيونى. وفى بعض الحالات يستخدم متكاثفات العمليات فى عملية تشبيع التغذية ثم يتم تدويره .

وبالنسبة لإنتاج الأمونيا، تتولد مياه الصرف من عملية فصل البخار نتاج التكثيف . وتكون مياه الصرف ملوثة بكميات قليلة من الأمونيا والزيوت الناتجة عن وحدات ضغط الغاز. وقد تتلوث المياه أيضا بسبب غسل الغازات المتخلفة والمحتوية على الأمونيا، فى حالة عدم استرجاع الغازات فى دائرة مغلقة فهذا يساعد على حدوث انبعاثات أمونيا سائلة.

- ***إنتاج حمض النيتريك***

يتخلف عن إنتاج حمض النيتريك مياه صرف قليلة نسبيا، حيث لا يوجد مصدر مياه صرف فى العملية. يتميز ناتج المتكاثفات المتولدة من عملية تصنيع الأسمدة النيتروجينية (الآزوتية) بوجود المواد الصلبة الذائبة والعالقة ، والقلوية ، والعسر . ويحتوى تفوير مبخر الأمونيا بعض منها وينبغى تدويرها إلى العملية . كما ينبغى إعادة معالجة الزيت الناتج .

- ***إنتاج نترات الأمونيوم***

تنتج مياه الصرف من تفوير أبراج التبريد ، والغسيل العكسى للمرشحات متعددة الأوساط ، ومن غسل الأرضيات والمعدات. هناك مشكلة محتملة بالنسبة لكل مصانع إنتاج نترات الأمونيوم وهى فاقد نترات الأمونيوم أثناء نزحه من عدد كبير من المصادر ، والأسباب هى الأنواع المختلفة من التسرب وعمليات الغسيل .

وتنتج عملية تصنيع نترات الأمونيوم ماء الصرف أثناء عملية المعادلة ، وفى وحدات التبخير ، ومن معدات تبريد الهواء. ويعتبر مكثف التفريغ فى مصانع نترات الأمونيوم مصدرا لمياه الصرف. ويمكن تطهير ناتج التكثيف البخارى الذى يخرج من المعادل . ويتم التطهير عند طريق الفصل ، والتقطير ، وعمليات فصل الغشاء فيما يسمى بالتناضح العكسى ، ويمكن أن نأخذ فى الاعتبار أيضا عملية التبادل الأيونى ولكن هناك بعض النواحى الخاصة بالأمن والسلامة والتى يجب التعامل معها . ويمكن استخدام البخار فى المبخر أو لتسخين الأمونيا مقدما وتبخيرها ، أو لتسخين حمض النيتريك مقدما . ويتم تدوير المحلول الناتج من غاسلات الغازات الرطبة .

- ***إنتاج اليوريا***

يستخدم البخار بكميات كبيرة فى هذا الخط الإنتاجى ، ولهذا فإن ناتج متكاثفات البخار هى أهم المخلفات السائلة الناتجة. وتذوب الأمونيا الهاربة، والكاربامات، والجسيمات الرقيقة فى متكاثفات البخار مكونة مصدرا للتلوث لهذا السائل فى حالة عدم تدويره.

- ***إنتاج كبريتات الأمونيوم***

تشتمل مياه الصرف على ناتج تفوير الغلايات ، المياه الصادرة عن غاسلات الغازات الرطبة وغسيل الأرضيات. ويتم إعادة استخدامها فى العملية لإعادة استخلاص كبريتات الأمونيوم. تختلط مياه الصرف بالقليل من الأمونيا ، والكبريتات الحمضية .

تجمع عمليات نزح الأرضية ما يحدث من انسكاب سوائل وخطوط صرف والتى تنتج عن عمل المضخات ، وهذا النزح يوجه السوائل إلى الخزان حيث يتم ضخها مرة أخرى إلى المبلور. وفى حالة وجود تدفق زائد من الخزان فقد يمثل مصدرا آخر للتلوث . ويعتبر ناتج متكاثفات البخار مصدرا آخر لتلوث مياه الصرف .

- ***إنتاج ثنائى فوسفات الأمونيوم***

تذوب الكميات المنسكبة من الأحماض وكميات الأمونيا المتسربة فى مياه الصرف الخاصة بغسيل الأرضيات وتؤدى إلى تلوث مياه الصرف من هذه الوحدة. كما تتولد أيضا مياه الصرف الملوثة الناتجة عن غسيل الغازات.

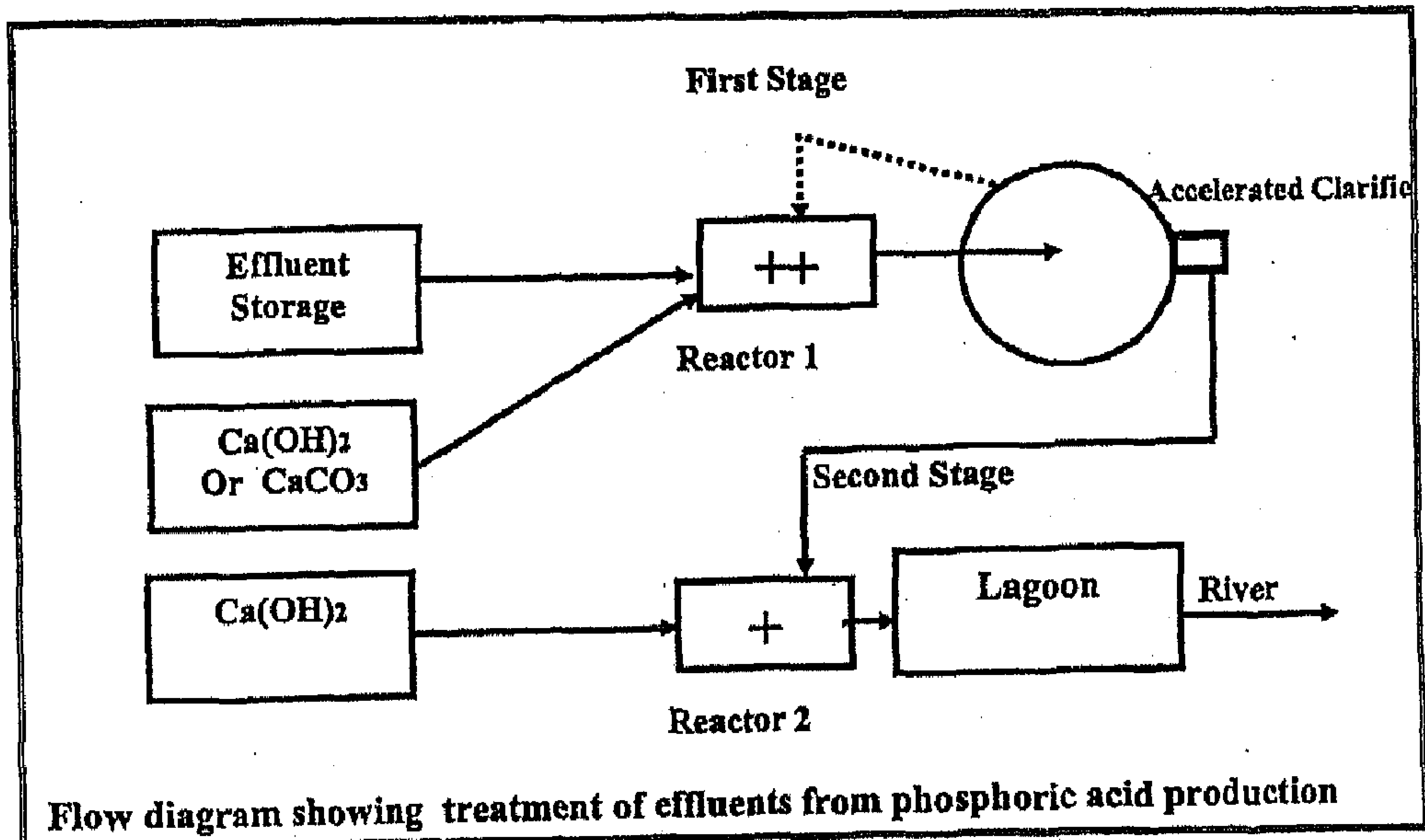
- ***إنتاج نترات الكالسيوم***

يتم استخدام حمض النيتريك فى هذه الوحدة وتسبب الكميات المراقة من هذا الحمض تلوثا فى مياه الصرف. وبالإضافة لهذا فإن الكميات المراقة من الماء والجسيمات الصادرة عن الأسمدة الصلبة وغازات الأمونيا الهاربة تذوب فى مياه غسل الأرضيات مما يولد مصدر آخر للتلوث .

- ***إنتاج الميثانول***

تعد مياه الصرف الملوثة بالكحول والناتجة عن تقطير المنتج هى المصدر الرئيسى للتلوث فى هذه الوحدة.

والمخطط الآتى يشرح معالجة المياه الناتجة عن انتاج حمض الفوسفوريك



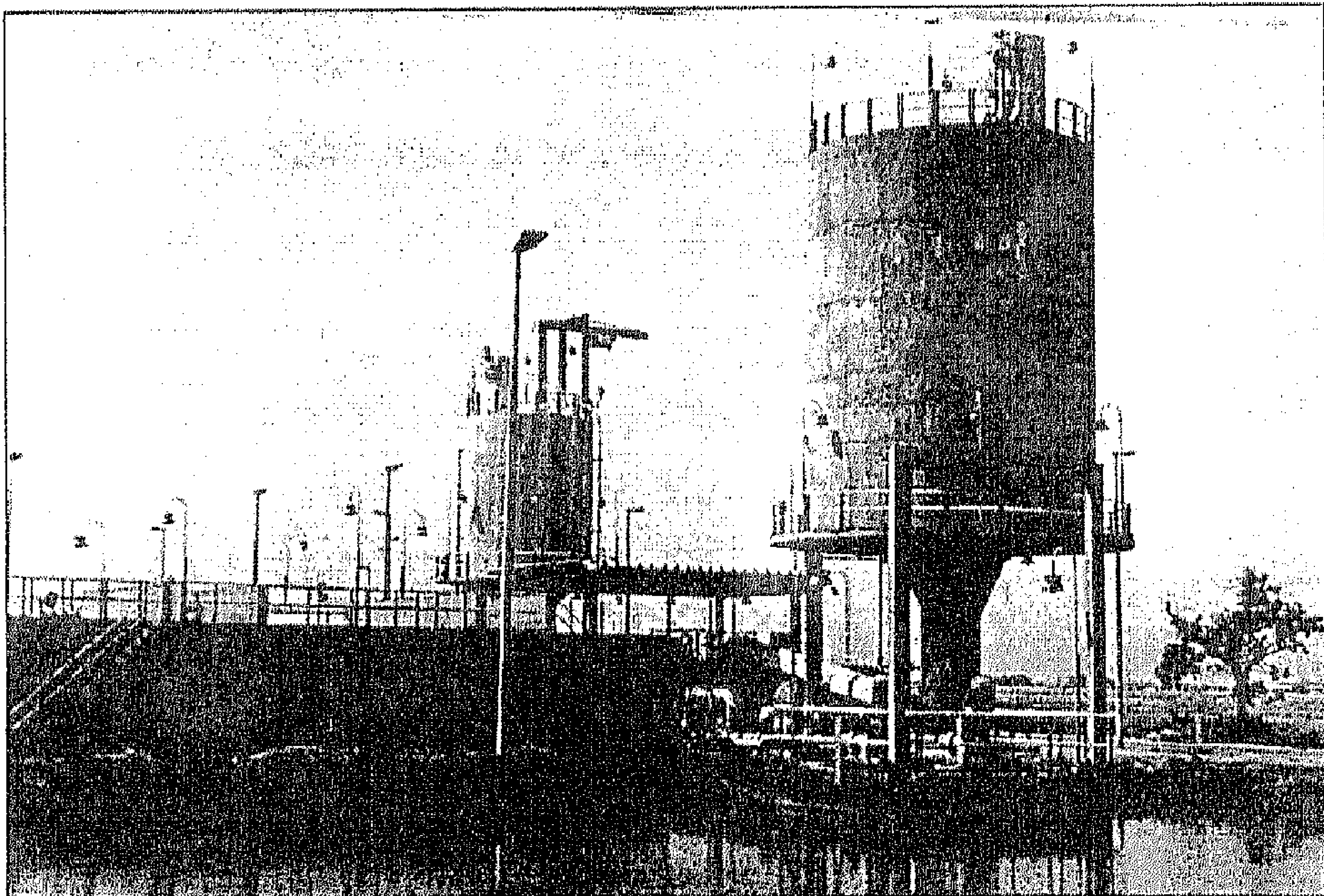
Flow diagram showing treatment of effluents from phosphoric acid production

شكل رقم 1 مخطط بياني يوضح معالجة المياه الناتجة عن انتاج حمض الفوسفوريك

وتهدف المعالجة الي معادلة الحموضة الموجودة بالمياه وترسيب الفوسفات والفلوريدات ، ونتيجة لمحتوي المياه العالي من الاحماض فان المعالجة سوف تتم عن

طريق مرحلتين من التعادل والترسيب في المرحلة الاولي عند قيمة 4 للاس الهيدروجيني يضاف الجير او كربونات الكالسيوم للتاكد من ترسيب فلوريد الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم كمواد مترسبة في صورة بلورات . والتفاعل يمكن ان يتم في حوض ترسيب به اعادة تدوير **في المرحلة الثانية** عند قيمة للاس الهيدروجيني تتراوح بين 8.5 الي 9.0 يضاف الجير بطريقة بسيطة وبكمية مناسبة ويؤدي ذلك الي ترسيب جيد وكمي لالمونيات السيليكا وفوسفات الكالسيوم كحماءة مترسبة ولان حجم الحماءة (الرواسب) المراد تكثيفه وتغليظه يكون كبيرا فان يفضل استخدام البحيرات المرسبة لترسيب وتكثيف الحماءة عن استخدام المكثفات الدائرية المروقة .

والمياه المعالجة الناتجة عن عمليات التنقية السابقة يمكن بامان صرفها علي المسطحات المائية كالانهار



صورة لاحد محطات معالجة المياه الناتجة عن انتاج حمض الفوسفوريك

5-4-16 ست عشرة صناعة البويات وصف الصناعة

تعد منتجات طلاء الأسطح (البويات) عنصرا هاما وأساسيا للحفاظ على كل أنواع الأبنية المعمارية ــ بما فى ذلك المصانع ــ من عوامل الطقس العادية.

وتعد الأخشاب والمعادن غير المطلية عرضة للتدهور خاصة فى المدن حيث يعجل السناج وثانى أكسيد الكربون من ذلك. بالإضافة إلى أثرها الوقائى، تزيد البويات

والورنيشات واللاكيهات من جاذبية السلع المصنعة وتضفى لمسة جمالية على المبانى من الخارج والداخل. ويشار إلى الطلاءات التى يتم استخدامها فى المبانى والأثاث وما شابه ذلك كطلاءات معمارية فى مقابل الطلاءات الصناعية المستخدمة فى المواد المصنعة. وتستخدم البويات الصناعية فى طلاء مجموعة متنوعة من المواد مثل المعادن والمنسوجات والمطاط والورق والبلاستيك وكذلك الأخشاب . وعادة ما يتم استخدام البويات المعمارية فى طلاء الأخشاب أو الجدران الجبس. وتتبع صناعة البويات قطاع الصناعات الكيميائية. تنقسم البويات إلى :

- البويات التى أساسها المذيب .
- البويات ذات الأساس المائى .
- الورنيشات ، الطلاءات الخفيفة .
- أحبار الطباعة .
- الراتنجات (التى تستخدم فى صناعة البويات والورنيشات).

وعليه ، فهناك خطوط إنتاج مختلفة، ويمكن أن يحتوى مصنع البويات على خط إنتاج واحد أو اثنين من تلك الأنواع أو قد يحتوى المصنع على كل خطوط الإنتاج تلك.

وتوفر الوحدات الخدمية (المرافق) متطلبات تلك الخطوط مثل الماء والطاقة والصيانة والتخزين والتعبئة والاختبار والتحليل .

ويعتبر الإنتاج المتقطع (على دفعات) أسلوبا شائعا فى صناعة البويات. وتستخدم المصانع القديمة معدات مفتوحة بينما تستخدم المصانع الحديثة المعدات المغلقة. ومن الضرورى دائما تنظيف المعدات وخاصة فيما بين الدفعات.

1-1 المواد الخام والمرافق

1-1-1 المواد الخام الرئيسية

تتكون البويات السائلة من مخضبات موزعة ومنتشرة فى سائل (وسط حامل) مكون من راتنج أو رابط ومذيب متطاير، وعليه ، يتم تصنيع البويات من ثلاثة مكونات أساسية هى : المخضبات والمواد الرابطة والمذيبات (المخففات) بالإضافة إلى

العديد من الإضافات الأخرى من أجل إعطاء البويات خصائص معينة لأغراض أو تطبيقات محددة .

ويعرف الجزء السائل من البويات باسم الوسط الحامل. وتتكون الأوساط الحاملة من أجزاء غير متطايرة وأخرى متطايرة :

- ❑ الأجزاء غير المتطايرة من الوسط الحامل
  - البويات التى أساسها المذيب: زيوت و/أو راتنجات بالإضافة إلى مجففات (مواد تجفيف) ومواد إضافية تحسينية.
  - اللاكيهات: سليولوزات وراتنجات ومواد ملونة ومواد إضافية تحسينية.
  - البويات ذات الأساس المائى: ستيرين – بيوتاديين وبولى اسيتات واكريليك وبوليمرات أخرى ومستحلبات ومبلمرات، بالإضافة إلى مواد إضافية تحسينية.
- ❑ الأجزاء المتطايرة من الوسط الحامل
  - كيتونات وإسترات وكحولات ومركبات أروماتية واليفاتية.

والمخضبات هى أحد المكونات الهامة والرئيسية للبويات. وبشكل عام يتعين أن تكون المخضبات غير شفافة (معتمة) لضمان قوة تغطيتها ولابد وأن تكون خاملة كيميائيا لتأمين استقرارها وثباتها على السطح وبالتالى بقائها لفترة طويلة. ويجب ألا تكون سامة أو على الأقل تكون درجة سميتها ضعيفة جدا من أجل كل من عمال الطلاء والمستخدمين. وأخيرا يجب أن تكون المخضبات مبللة بمكونات طبقة الدهان ومنخفضة التكلفة. وتختلف أنواع المخضبات فى قوة التغطية لكل وحدة وزن. ويوضح الجدول رقم (2) مكونات البويات المختلفة.

جدول رقم (1) الوحدات الخدمية ومصادر التلوث المرتبطة بها

الوحدات الخدمية	مصار التلوث
وحدات معالجة المياه	حماءة – مياه صرف معالجة
الغلايات	مياه تفوير – بخار
وحدات ميسرات المياه	مياه غسيل عكسي
ابراج التبريد	مياه تفوير الابراج (مياه ذات نسبة ملوحة عالية)

المعامل	مياه صرف - مواد خطرة التداول
الورش الكهربية والميكانيكية	مياه بها زيوت – مخلفات بها زيوت – مخلفات سائلة
الجراج	مياه غسيل بها زيوت – مخلفات زيوت – مخلفات صلبة
وحدات معالجة مياه الصرف	حمأة – مياه صرف معالجة
المطعم والاستراحة	مياه صرف صحي – مخلفات صلبة
وحات استرجاع المذيب	حمأة (البويات المتبقية)

المخلفات السائلة

تعد مياه الصرف هى أكبر ملوث فى صناعة البويات حيث تتنوع مصادرها وتنتج المخلفات السائلة عن حدوث انسكابات او تسربات من المعدات والخزانات والأوعية والخلاطات والطواحين، أثناء التعبئة، بالإضافة إلى عمليات التنظيف والغسيل التى تتم بين الدفعات .

ويتم تنفيذ عملية التنظيف باستخدام محاليل قلوية (فى البويات ذات الأساس المائى) أو باستخدام المذيبات (فى البويات التى أساسها المذيب) تحتوى هذه السوائل على الزيوت والشحوم، ونسبة عالية من الأكسجين الحيوي الممتص، والأكسجين الكيميائى المستهلك، والنشادر، والمذيبات، والمعادن الثقيلة (الرصاص، الكروم، والكادميوم، ...) وتعد هذه السوائل مخلفات خطرة

وتتمثل المخلفات السائلة فى:

- مياه صرف ناتجة عن استخدام محاليل قلوية لغسيل الأوعية والمعدات والمفاعلات، ويحتوى هذا السائل على نسبة عالية من الصودا الكاوية، وعلى الأكسجين الحيوى الممتص، والأكسجين الكيميائى المستهلك، والمعادن الثقيلة، وزيوت وشحوم. وقد تتم معالجة هذه السوائل مسبقا (معالجة ابتدائية بالترسيب ومعادلة الأس الهيذروجينى) ويعاد تدويرها لإعادة استخدامها. ويتولد عن عملية المعالجة الابتدائية حمأة يتم التعامل معها باعتبارها مخلفات خطرة.
- انسكابات وتسربات المواد الخام والمنتجات الناتجة من المعدات (خلاطات، طواحين، خزانات، وأوعية وماكينات التعبئة، وقد تتسبب هذه التسربات فى تلوث مياه الصرف إذا تم صرفها فى شبكة المجارى الداخلية للمنشأة (ومؤشرات التلوث هى أكسجين حيوى ممتص وأكسجين كيميائى مستهلك، وزيوت وشحوم ومعادن ثقيلة).

- المذيبات المستهلكة الناتجة عن تنظيف المعدات فى خطوط إنتاج البويات التى أساسها المذيبات، ويتم استرجاع المذيب عن طريق التقطير وإعادة التـدوير. كما يلزم التخلص الآمن من المواد غير المتطايرة المتبقية، والحماءة الناتجـة عن التقطير (التى تحتوى على البويات، والمذيبات، والمعادن الثقيلـة) علـى اعتبارها مخلفات صلبة خطرة.
- مياه التفوير من أبراج التبريد والغلايات والغسيل العكسى لوحدات إزالة عسر المياه، ترتفع بها نسبة الجسيمات الكلية الذائبة **(TDS)** والجـسيمات الـصلبة العالقة **(TSS)**.
- زيوت التشحيم المستهلكة والناتجة عن الجراج والورش قد تؤدى لتلوث ميـاه صرف بالزيوت والشحوم **(O&G)**، فى حالة ما إذا تم التخلص منها فى شـبكة الصرف.
- ينتج عن غسل الأرضيات مياه صرف تحتوى على مواد عـضوية، زيـوت وشحوم، بقايا المواد الكيماوية المستخدمة فى التنظيف والتطهير.
- المنتجات المنتهية الصلاحية ، وغير المطابقة للمواصفات والمرفوضة، وتعـد مخلفات خطرة.

الجدول رقم (2) مؤشرات وحمل تلوث مياه الصرف الناتجة من مصنع بويات

المؤشر / خط الانتاج	الأس الهيدروجينى	BOD مجم/ لتر	COD مجم/لتر	TSS	TIS مجم/ لتر	S.S مجم/ لتر	اللون Pt/CO	زيوت وشحوم مجم/لتر
خـط إنتـاج البويات التى أساسـها المذيبات	7.7	66	221	39	353	–	15	28
خـط إنتـاج البويات ذات الأسـاس المائى	7.7	3000	5930	1485	1659	–	لون خارج حدود القياس	402
أحبار طباعـة والرونيشات	7.1	220	680	123	403	0.5	40	168
الراتنجات	7.4	615	1344	218	790	3	55	89

5-4-17 سبع عشرة المخلفات السائلة للمنشآت الخاصة بالمواد الذرية والاشعاعية

يقصد بالمخلفات (النفايات) الذرية أو النووية هي أية مواد لم يعد لها قيمة في الاستعمال ولها نشاط اشعاعي ذري ، ويقصد بالنفايات الخطرة تلك التي تحتوي علي عناصر أو مركبات تؤثر تأثيرا خطيرا علي صحة الانسان والبيئة ولها قدرة علي البقاء مدد طويلة .

وتعتبر النفايات المشعة من اخطر المخلفات الناتجة من النشاط الادمي ، وتتجمع هذه المخلفات بكميات كبيرة في الدول التي تستحدم الطاقة النووية لتوليد الكهرباء ، وكذلك في الدول التي لها صناعات حربية ذرية ، ويقاس نشاط هذه النفايات بوحدة الكوري **Curie** وهي عبارة عن النشاط الاشعاعي الناتج عن جرام واحد من عنصر الراديوم –226 ، وتعتبر النفايات النووية خطرة اذا زادت عن 100 كوري لكل لتر .

وهناك نوعان من النفايات النووية :

أ. النوع الاول يتكون عند استخراج خامة اليورانيوم ، وتركيزها لتحضير الوقود النووي ، ويتكون بكميات كبيرة ، فقد يبلغ 86 % من حجم الخامة المستخرجة من المنجم . وتمثل هذه النفايات مشكلة كبري ، فعلي الرغم من ضعف الاشعاع الناتج منها (والذي لايزيد عن 5 كوري لكل طن منها) ،، الا ان احتوائها علي عنصر الراديوم–226 يجعل النشاط الاشعاعي لهذه النفايات يستمر لمدة 1600 سنة تقريبا .

ب. النوع الثاني عبارة عن الوقود المستهلك ، وبعض النفايات المشعة التي تنتج من المحطات النووية لتوليد الكهرباء وهي تنقسم الي قسمين

1. نفايات ضعيفة او متوسطة الاشعاع: وهي النفايات التي تحتوي علي مواد تشع (جسيمات بيتا او اشعة جاما فقط)

وتوجد علي هيئة غز أو ايروسول اوسوائل وهي قد تنتج من دوائر التبريد ، وهي لا تمثل خطرا كبيرا لأن حجمها صغير نسبيا ولا يزيد عن 500 متر مكعب في السنة لكل محطة نووية قدرتها 1000 ميجاوات ، كما ان اشعاعها لايستمر اكثر من 500 عام علي اكثر تقدير .

وتدفن هذه النفايات عادة بعد تبريدها في اماكن خاصة محاطة بالاسمنت في باطن الارض ، ففي السويد تدفن في طبقات الصخور الجرانيتية وفي المانيا تدفن في مناجم الفحم او مناجم الملح ، بينما تقوم دول أخري بإلغائها في البحر .

1. نفايات قوية الاشعاع : وهي تمثل الوقود المستهلك النـاتج مـن المفـاعلات النووية وهذه يتم غمرها في خزانات مليئة بالمياه حتي تفقد بعض حراراتهـا بعـض اشعاعاتها، ثم تدفن هذه النفايات بعد ذلك في باطن الارض علي عمق كبيـر ، وفـي مناطق بعيدة عن العمران ، وتقوم السويد بتخزين النفايات النووية ذات الاشعاع القوي في خزان صخري يقع علي عمق أكثر من 25 مترا ويبلغ طوله 120 مترا وعرضـه 21 مترا ، وتوجد في داخله قاعة منفصلة من الاسمنت مقسمة إلي أربعـة أقـسام ، وتتسع لحوالي 750 طنا من الوقود المستهلك .

ونظرا لأن بقايا الوقود المستهلك تحتوي علي اليورانيـوم والبلوتنيـوم وبعـض الاكتينيدات (مثل الامريشيوم والكيوريوم والبنتيوم) وهي عناصر مشعة تحتاج الـي وقت طويل جدا لاستنفاذ اشعاعاتها الضارة (وقت عمر النصف لها كبير) فجاءت فكرة تخزين هذه النفايات ذات الاشعاع القوي في مواد عازلة مثل الزجاج او الخزف.

وتتلخص هذه الطريقة في خلط هذه النفايات مع مادة تكليس ، ثم يدفع الخليط الي فرن تكليس يدور حول محوره لاتمام خلط هذه المواد ومنها يدفع الخليط الي فرن صهر عند درجة حرارة عالية 1200– 1400 درجة مئوية ، حيث تختلط هذه النفايات تماما مع المادة الزجاجية .

والزجاج المستعمل في تغليف هذه النفايات هو نوع من زجـاج البورسـيليكات ، ويفيد هذا الاسلوب الجديد في مقاومة الحرارة الصادرة عن النفايات النووية كما يقاوم الظروف الخارجية المحيطة بهذه النفايات (مثل التآكل بواسطة الميـاه الجوفيـة او بواسطة بعض مكونات التربة التي تدفن فيها هذه النفايات ، ويتم عادة دفـن اوعيـة الصلب المحتوية علي هذه النفايات في اعماق كبيرة تحت سطح الارض .

وقد تستخدم اوعية من الرصاص لكثافته العالية لحفظ هذه النفايات تحـت سـطح الارض وقد يحاط الرصاص بمكعبات من الخرسانة المسلحة .

ولقد اقترح احد المهندسين البريطانيين لدفن النفايات الصناعية السامة فـي آبـار البترول الفارغة في بحر الشمال وذلك علي بعد 350 كيلومترا من الشاطيء وعلـي عمق عدة كيلومترات بقاع البحر وذلك لان الصخور التي حفظت البتـرول ملايـين السنين قادرة علي حفظ النفايات وسمومها ملايين اخري من السنوات .

والنظائر المشعة طويلة العمر تحتاج الي التخزين فترات طويلة جدا وبالتـالي احواض كبيرة للتخزين ذات مواصفات خاصة يلزم لإنشائها تكاليف كبيرة ولذا تتبع

طريقة التبادل الايوني لتركيز المواد المشعة إلي درجة يمكن معهـا الـتخلص منهـا بالخرق أو الدفن في باطن الارض علي أعماق كبيرة كما ذكرنا سابقا .

والمخطط الآتى يبين احد طرق معالجة المواد الاشعاعية عن طريـق عمليـات المعالجة الفيزيائية والكيميائية

وملخص عمليات المعالجة يتم كالاتي :

تمرر النفايات علي حوض ترسيب اولي حيث يتم ترسيب جزء منها باضافة مادة معينة تساعد علي ترسيب فيزيائي ثم تذهب الي حوض ترسيب ثاني حيث يتم ترسيب جزء آخر بإضافة املاح الباريوم واضافة مواد قلوية لضبط الاس الهيدروجيني لاتمام عملية الترسيب وهناك حوض ترسيب ثالث يضاف اليه بعض البوليمرات التي تساعد علي الترقيد والترسيب الكيميائي وتمر المياه بعد ذلك الي خرطوشة ترشيح ليتم حجز وترشيح مواد اكثر دقة وتخرج المياه المعالجة بعد ذلك لصرفها أو إعادة استعمالها .

ازالة العناصر الثقيلة والمواد العضوية بالطرق البيولوجية

إن الإهتمام بمعالجة مياه الصرف الصناعي من الاهمية بحيث عكف العلماء علي البحث عن طرق غير تقليدية منخفضة التكلفة تتناسب ومحـددات الظـروف البيئيـة والتشغيلية .

وتعتبر المعادن الثقيلة والسامة (مثل الزنك – ا لرصاص – ا لنيكل – الكادميوم – الرصاص – الكروم – النحاس) من اهم الملوثات الناتجة عن عديد من الصناعات المعدنية ، وما زالت الطرق الكيميائية تعتبر هي الاوسع تطبيقا لمعالجة مثـل هـذه المخلفات الا انها ذات مشاكل عديدة من ناحية التكلفة وكميةالحماءة المتخلفة عنها .

وهناك الطرق البيولوجية التي جرت عليها كثير من الابحاث في الآونة الاخيرة.

وتعد الطرق البيولوجية طرقا ناجحة لازالة المعادن الثقيلة الـسامة ويـتم ذلـك باستخدام المعالجة اللاهوائية من خلال البكتريا المختزلة للكبريتات ، وقـد اظهـرت الابحاث قدرة هذا النظام علي ازالة المعادن الثقيلة بنسبة تصل الي 98 % مع تخفيض الحمل العضوي الي حوالي 60 % .

وتتلخص المعالجة بوحدة معالجة لاهوائية متبوعة بوحدة معالجة هوائية ، ومـن الملاحظ ان خارج المعالجة اللاهوائية يحتوي علي تركيز عالي من الكبريتيد (غالبـا

في صورة كبريتيد الهيدروجين) وبتركيز قد يصل إلى حوالي 120 مجم / لتر وبالتالي قد يكون لها تأثير سام ومثبطا لنمو انواع معينة من البكتريا الهوائية.

وهذا الانخفاض في نشاط البكتريا الهوائية يستمر 4 ساعات يتبعه ارتفاع في معدل الاداء والازالة لكل ساعة حتي الوصول الي نسبة ازالة تصل الي 95 % بعد 16 ساعة وهذا يدل علي وجوب أن تتبع وحدة المعالجة اللاهوائية وحدة معالجة هوائية بمدة مكث لا تقل عن 20 ساعة للتغلب علي آثار السمية للكبريتيد ولتحقيق نظام معالجة متكامل .

المؤشرات الملوثة لمياه الصرف الصناعى للصناعات المعدنية وخصائصها

المؤشر	الخصائص الرئيسية	المصدر الرئيسي
مستوى الأكسجين المذاب	الأكسجين المذاب مهم جداً لاستمرار الحياة في البيئات المائية، المواد العضوية المذابة تقلل نسبة الأكسجين عن طريق التفاعلات المستهلكة للأكسجين و تقاس كمية المواد العضوية المذابة في المخلفات إما بالطلب الحيوي الكيميائي على الأكسجين أو الطلب الإجمالي على الأكسجين. هذه المقاييس تحسب كمية الأكسجين التي سوف يستهلكها كم معين من المخلفات في المسطحات المائية.	الصناعات المعدنية المختلفة
اجمالي المواد الصلبة المذابة (TDS)	اجمالي المواد الصلبة المذابة هو مقياس اجمالي المواد الغير عضوية المذابة و الأملاح الغير عضوية المذابة في الماء.	تتواجد في أنواع متعددة الصرف الصناعي، ولكن تتوافر بصورة ملحوظة في تصنيع الصلب والحديد والألومونيوم، غسيل المواد الخام
المواد الصلبة العالقة (TSS)	تشمل الأتربة و الجسيمات الصلبة الأخرى	العمليات الصناعية مثل تصنيع الحديد والألومونيوم وسباكئها
مواد التغذية (الفوسفور والنيتروجين)	جوهري للحياة المائية بنسب صغيرة	غسيل بعض المواد الخام ، تحبيب الخبث الناتج

المؤشر	الخصائص الرئيسية	المصدر الرئيسي
اللون و التعكير	تنتج مركبات مثل اللينين والتانين	بعض عمليات التبريد، غسيل المواد الخام
الزيوت والشحوم	عادة ما تتحلل بيولوجيا	العمليات المعدنية وخصوصا إنتاج الصلب والألومونيوم
الأس الهيدروجيني	مقياس للقاعدية و الحامضية في المجاري المائية	مياه الصرف الناتجة عن كل الصناعات المعدنية (التي تسبب تغييرا ملحوظا في الأس الهيدروجيني)
ارتفاع درجة الحرارة	ترتفع درجة حرارة المسطحات المائية بسبب مياه التبريد التى يتم صرفها إليها	العمليات المعدنية التي تستخدم المياه للتبريد مثل الصهر التنقية و في أفران التسخين

ترشيد استخدام المياه داخل المنشآت الصناعية كوسيلة للحد من وتقليل ملوثات المخلفات الصناعية السائلة

ويتم ذلك يالاجراءات الآتية :-

إنشاء أبراج التبريد التى تسمح بإعادة استخدام مياه التبريد المستخدمة فى العمليات الإنتاجية المختلفة.

مثال: تتراوح تكلفة البرج سعة 100 متر مكعب/ساعة مابين 100 – 150 الف جنيه

- إنشاء نظم الغسيل فى المكان (Clean in Place CIP) وهى تستخدم للحد من استهلاك مياه غسيل المواد الخام وخطوط الإنتاج والخزانات عن طريق تدوير المياه المستخدمة والتى تتراوح تكلفتها من 100 – 300 الف جنيه تبعا للحجم وطاقة الاستيعاب
- وسائل قياس استهلاك المياه بالمصانع (flow meter) لتحديد مجالات الاستهلاك الزائدة. مثال: يتراوح حجم المقياس الواحد من 2 – 8 بوصة وبالتالى التكلفة من 10 – 50 الف جنيه ، ويتوقف عدد المقاييس المطلوبة للمصنع تبعا للحجم

- المشروعات الخاصة بتركيب محطة معالجة لمياه الصرف الصناعى لمصنع سواء عند مخــرج المنشأة ككل أو عند مخارج العمليات الملوثة. وتقدر تكلفة المحطة من 50 الى 400 الف جنية تبعا للحجم المناسب للمصنع
- المشروعات الخاصة بفصل المعادن الثقيلة والمواد الخطرة مــن ميــاه الــصرف الصناعي ، ومثال ذلك فى الصناعات المعدنية وخاصة عمليات الجلفنــة وتغطيــة السطح والتي ينتج عنها مياه تحتوى على معادن ثقيلة وهى معدات تعمل بأســلوب الفصل الكيميائى بترسيب الاملاح الذائبة وتحويلها الى املاح غير ذائبة وفــصلها. ويمكن تمويل معدة تعمل على خدمة عدة مصانع متجمعة فــى منطقــة صــناعية واحدة. ويلاحظ ان تكلفة الاستثمار الخاصة بمثل هذا المشروع منخفضة نسبيا (قد تصل فى المتوسط الى 250 الف جنيه) فى حين ترتفع تكلفة التشغيل
- تقليل استهلاك المواد الخطرة والكيماويات واحلال مواد اقل خطورة فى العمليــات الانتاجية
- تشجيع الصناعات التكميلية التى تعتمد على مخرجات (مخلفات) صناعات اخرى ، مثال: شرش اللبن الذى يمكن ان يكون له عدة استخدامات:
- كبديل للمياه لعجن بعض انواع الحلوى
- تركيزه وتجفيفه للحصول على بودرة غنيه بالبروتينات للاعلاف المتميزة
- المشروعات التى تهدف إلى إنتاج معدات أو مكونات مصنعة محليا خاصة بخطوط الصرف ومحطات المعالجة
- معالجة الصرف الصناعى بحيث يمكن استعماله فــى رى المحاصــيل الزراعيــة (خلاف الاشجار) او الصرف فى مناطق صخرية او على المــصارف الزراعيــة وذلك تحقيقا لقرار وزارة البيئة بمنع الصرف على النيل
- معالجة الصرف الصناعى لمجموعة من الــورش الــصغيرة فــى المنــاطق الصناعية الجديدة.

طريقة المعالجة	ازالة مواد عالقة %	ازالة أكسجين مستهلك %	ازالة أكسجين كيمائي مستهلك %	ازالة نتروجين كلدال %	ازالة فسفور %
ترسيب ابتدائي	% 60-40	% 35-20	35% -20	% 10-5	-
معالجة كيمائية وفيزيائية	% 95-80	%65-40	%65-40	%15-10	%90-80
معالجة بالحماءة المنشطة ذات معدل متوسط	% 90	%95- 90	%80	%15	-
معالجة بالحماءة المنشطة بالتهوية الممتدة	%90	%98-95	%80	%90	-
ترسيب ابتدائي+ معالجة بالحماءة المنشطة ذات معدل متوسط	% 90	%95- 90	%80	%15	-
ترسيب ابتدائي+ معالجة بالحماءة المنشطة ذات معدل منخفض لعملية النيترة (التأزت)	% 90	%95	%80	%90	
ترسيب ابتدائي+ مرشحات بيولوجية	%85	%80	% 75	%15 -10	

ترسيب ابتدائي+ معالجة بالحمأة المنشطة ذات معدل متوسط+ مرشحات رملية	% 95	%95	%90	% 15	
ترسيب ابتدائي+ معالجة بالحمأة المنشطة ذات معدل منخفض + وحدة ازالة فسفور + ترشيح	%95	%95	%90	% 90	%95
ترسيب ابتدائي+ معالجة بالحمأة المنشطة ذات معدل منخفض + ترويب وترويق + ومرشحات رملية وتطهير بالكلور				% 95	%95
ترسيب ابتدائي+ معالجة بالحمأة المنشطة ذات معدل منخفض + ترويب وترويق + ومرشحات رملية وتطهير بالكلور+ ترشيح بالاغشية الدقيقة				%99	%95
بحيرات الأكسدة مدة المكث اكثر من 20 يوم					

Pretreatment	Primary treatment: Chemical	Primary treatment: Physical	Secondary treatment	Tertiary treatment	Disinfection	Ultimate disposal
Screening and grinding	Neutralization	Sedimentation	Activated sludge	Ultrafiltration and reverse osmosis	Chlorination	Receiving waters
Equalization	Coagulation and flocculation	Flotation	Aerated lagoon	Carbon adsorption	Ozonation	Surface or subsurface to ground
Oil separation			Trickling filter	Ion exchange		
			Anaerobic lagoon	Sand filtration		
			Stabilization basin	Denitrification and NH_3 stripping		
				Coagulation and sedimentation		
Wastewater conditioning	pH adjustment; removes nutrients and metals	Removes suspended solids	Removes soluble biodegradable organics	Removes nonbiodegradable organics, ions, macromolecules, nutrients, color, odor	Removes living organisms	Removes or accumulates residual matter

Influent wastewater

Sludge → Sludge treatment → Incineration / Landfill / Ocean

Possible choices for wastewater treatment and their sequence.

الباب السادس

6

تشغيل محطات الصرف الصناعى

الفصـــل الأول

6-1-1 الدليل الناجح للتحكم في عمليات التشغيل

6-1-2 المؤشرات والفحوصات التحليلية

6-1-3 مؤشرات تشغيل عمليات المعالجة

6-1-1 الدليل الناجح للتحكم في عمليات التشغيل

- التشغيل الجيد والقيام بكافة عمليات الصيانة الوقائية
- الاختبارات المعملية
- تسجيل بيانات التشغيل بصفة مستمرة وبصورة منتظمة
- تقييم نتائج التشغيل والنتائج المعملية
- تطبيق البيانات والنتائج علي عمليات التشغيل
- القيام بحل كافة المشاكل قبل تفاقمها .

وعموما يتم ذلك عن طريق مراقبة نظام التنقية عبر مراحله المختلفة وذلك عن طريق :-

الملاحظة البصرية والحسية **Visual Indications and Observation Methods**

المؤشرات و الفحوصات التحليلية **Indicators and Tests Analytical**

6-1-2 المؤشرات و الفحوصات التحليلية

لابد من معرفة أهم الاختبارات المحددة لكفاءة ومستوي معالجة مياه الصرف وهناك ثلاثة أنواع من الاختبارات تجري علي المخلفات السائلة وعلي المياه المعالجة وهي كالآتى:

- الاختبارات الفيزيائية **Physical Tests**
- الاختبارات الكيميائية **Chemical Tests**
- الاختبارات البكتريولوجية **Bacteriological Tests**

وقبل التعرض للاختبارات المعملية المحددة لكفاءة ومستوي معالجة مياه الصرف والمنظمة لتشغيل وصيانة المحطات لابد من معرفة العينات واهميتها وطرق جمعها وادواتها وانواعها .

6-2-1 طرق جمع العينات Sampling Procedures

تشمل عملية جمع العينات العناصر الهامة الاتية

1. الهدف من تحليل العينات

2. طريقة اخذ العينات
3. ادوات اخذ العينات
4. انواع العينات
5. طريقة اخذ عينات الحماءة
6. مراقبة الجودة في جمع العينات وتحليلها
7. الوقاية من اخطار العمل في المعمل
8. طرق الاختبارات

1. الهدف من تحليل العينات

الغرض من وضع برنامج لأخذ وتجهيز عينات مختلفة للتحليل واجــراء مختلــف الاختبارات عليها **هو** :

1- التأكد ان عمليات معالجة تنقية مياه الصرف الصحي قد تمت بنجاح .

2- مدي الكفاءة التي تعمل بها كل وحدة من وحدات المعالجة .

3- الحصول علي سجلات وبيانات تبين إذا كانت وحدات المعالجــة تعمــل وفقــا لتصميمها أم لا .

4- ضبط عملية التحكم في المعالجة وتكاليفها .

5- اكتشاف الاسباب التي تؤدي الي متاعب ومشاكل التشغيل التي تؤثر علي كفـــاءة التنقية وبالتالي وضع الحلول المناسبة لعلاجها وتلافيها في المستقبل .

6- جمع المعلومات اللازمة للتخطيط المستقبلي لعمل توسعات في محطة المعالجة.

2. طريقة اخذ العينات

عند وضع برنامج لأخذ العينات يجب أن نتذكر بأن صفات المياه الخـــام دائمـــة التغيير بصفة مستمرة لنفس المصدر ، لذلك يجب تجهيز العينات لتعطي نتائج صحيحة ومفيدة وبها جميع البيانات اللازمة .

وقبل إجراء التحليل يجب الحصول علي عينة ممثلة للواقع لكي تكـــون النتـــائج وتؤدي الي قرارات سليمة في التشغيل ، وغالبا الأخطاء الكبري في نتائج التحليل تأتي بسبب الخطأ في طريقة أخذ العينة وسوء حفظها ومزجها .

والطريقة الصحيحة لاخذ العينات يجب ان تتوافر لها الشروط الآتية :-

ا- يجب ان تؤخذ العينة من مكان تكون فيه المياه جارية وليست راكدة مثل غـرف التوزيع أو من خطوط طرد الطلمبات او من القنوات التي تحمل مياه متدفقـة الي مدخل المحطة او مدخل خزان او مروق .

ب - يجب ان لا تحتوي العينة علي المواد الطافية مثل الاعشاب والطحالب لانها لا تمثل نوعية المطلوب تحليلها وعند اخذ عينة من حنفيات يستحسن ترك الحنفية مفتوحة لمدة من30 ثانية لدقيقة لتطرد المياه المخزونة في المواسير والتي قـد تترسب فيها مواد غير مرغوب فيها ، ثم تؤخذ المياه من المياه الجارية.

ج - يجب أن لا تحتوي العينة علي أجزاء من المادة كبيرة الحجم مثل قطعة زلط او حجر أو علبة بلاستيك فارغة - لذلك تؤخذ العينات الممثلة للمياه الداخلة بعـد مرور المياه خلال الحواجز والمصافي .

د - يجب أن يكون حجم العينة كافيا للقيام بالتحاليل المطلوبة .

هـ- يجب عمل سجل لكل عينه عند جمعها بارفاق بطاقة عليها البيانات التالية:

- موقع اخذ العينة
- يوم وتاريخ وساعة جمعها
- اسم جامع العينة
- وقت دخولها المعمل
- رقم العينة والتحاليل المطلوبة بالإضافة إلي أية بيانات اخري.

و- نظرا لتغير بعض الخواص سريعا مثل درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني وكمية الاكسجين الذائب فلذلك يجب أن يتم قياسها فور جمع العينة في الموقع باستخدام اجهزة القياس المحمولة .

ز - يجب وضع العينة في ثلاجة مبردة إلي درجة حرارة 4 مئوية فور اخذها لحفظها من التحلل بواسطة البكتريا المستمر ودرجة التبريد توقف نشاط البكتريا .

ل - بعض التحاليل تحتاج إلي تثبيت العينة باضافة كيماويات خاصة فور جمعهـا - والمعمل الكيماوي مسئول عن تجهيز زجاجات اخذ هذه العينات وعـادة يمكـن الحصول علي طرق تثبيت العينات من الكتب الخاصة بطرق التحليل .

ه- يجب رج الزجاجة بشدة قبل القيام باي تحليل وفي لحظة الاختبار حتـي تحـتفظ العينة بنفس تكوينها، التهاون في إعادة مزج العينة يعطي نتائج خاطئـة بـسبب الترسيب السريع لكثير من مكونات العينة .

3. ادوات اخذ العينات

1- جردل مربوط جيدا بحبل طوله حوالي اربعة امتار .

2- اناء او دورق من البلاستيك مثبت في يد خشبية طويلة وفوهة الدورق تكون واسعة حتي لا تحدث اضطراب كبير للعينة نتيجة احلال مياه العينة مكان الهواء.

3- يفضل استخدام اوعية من البلاستيك ذات فوهة واسعة لحفظ العينات وذلك لان البلاستيك غير معرض للكسر ولان الاوعية المعدنية تعمل علي تلوث العينة والسبب في اختيار الفوهة الواسعة هو سهولة افراغ العينة من الدورق وسهولة عملية الغسيل والتنظيف .

4- يجب ان تكون كل زجاجة عينة مصحوبة ببطاقة عليها جميع البيانات المطلوبة مثل • موقع اخذ العينة • يوم وتاريخ وساعة جمعها • اسم جامع العينة •رقم العينة والتحاليل المطلوبة، بالاضافة الي اية بيانات اخري مثل درجة الحرارة او اللون (عادي او غير عادي) .

5- يمكن استخدام جامع عينات اتوماتيكي لاخذ العينات وفي هذه الحالة يجب علي العاملين ان يتدربوا علي استعمال مثل هذه الاجهزة ويتبعوا ارشادات المنتجين وخصوصا التعليمات الخاصة بتشغيل الاجهزة وتجهيز زجاجات اخذ العينات وتنظيف انابيب سحب العينة من الرواسب والاعشاب التي تتراكم بداخلها وتغير من صفات العينات .

4. انواع العينات

هناك نوعان من العينات وهما :

1. العينة البسيطة (المخطوفة) **Grab Sample**
2. العينة المركبة **Composite Sample**

1. العينة البسيطة (المخطوفة) Grab Sample

وهي العينة الواحدة التي تؤخذ في أي وقت ومن أي مكان بدون برنامج زمني محدد لكي تبين خواص مياه الصرف في الوقت الذي أخذت فيه، فمثلا تتكون العينات المخطوفة من عينات مفردة أو عينات مفردة مجمعة خلال فترة زمنية لا تتعدى 15

دقيقة يجب أن تكون العينة المخطوفة ممثلة لظروف المياه الملوثة عند وقت سحب العينة. ويتحدد حجم العينة بنوع وعدد التحاليل المطلوب إجرائها

واحيانا يفضل العينات البسيطة عن المركبة في الحالات الاتية :-

ا- عندما تكون المياه غير جارية بصفة مستمرة في وحدة من وحدات المعالجة فالعينة البسيطة تعطي النتائج اللازمة.

ب- عندما تكون خواص المياه غير متغيرة فعينة بسيطة تعطي المعلومات اللازمة .

ج- عندما يراد معرفة خواص معينة حالا فالعينة البسيطة لازمة لاختيار التحاليل الاتية :

درجة الحرارة - الرقم الايدروجيني - كمية الاكسجين الذائبة - الكلور المتبقي - التحليل البكتريولوجي ويجب اجراء هذه الاختبارات بمجرد جمع العينة فلو تركت مدة ولو بسيطة ستغير النتائج ولا تمثل الواقع .

يكون جمع العينات المخطوفة ملائما لتشخيص نوعية المياه فى وقت محدد ولتقديم معلومات حول الحد الأقصى والحد الأدنى للتركيزات وكذلك للسماح بجمع أحجام مختلفة من العينات ولتوثيق العينات المركبة ويمكن اعتبار العينات المخطوفة كافية ومرضية عندما تكون:

- مسار الصرف غير مستمر (عمليات تخلص متقطعة، عمليات متقطعة).
- خصائص مياه الصرف ثابتة نسبيا.
- المعاملات المراد تحليلها قد تتغير خلال التخزين، مثال الزيوت والشحوم ودرجة الحرارة.
- المعلومات عن الحد الأدنى والحد الأقصى أو القابلية للتغير مطلوبة.
- قابلية التغيير مع الزمن أو فى المكان مطلوب تحديدها (مثال: عند إجراء تقديرات ما قبل الرصد الذاتي).

وتكون الفائدة الرئيسية للعينات المخطوفة أنه يمكن إجراء التحاليل فى الحال وأن سلسلة من العينات المخطوفة يمكن أن تكشف تقلبات فى نوعية مياه الصرف وذلك إذا تم أخذها بتوافر كاف. ويعنى أخذ العينات المخطوفة تكلفة قليلة تشمل معدات قليلة

التكلفة جدا وتكاليف المعمل البشرية والأجهزة وفى المقابل تعكس نتائجها حالة مياه الصرف لحظة أخذ العينات فقط.

العينة المركبة Composite Sample

تجمع هذه العينات خلال فترات زمنية محددة وإما أن يتم التجميع بطريقة مستمرة على مدى فترة زمنية محددة أو يتم مزج عينات مفردة عشوائية. وتمثل العينة المجمعة متوسط خواص المياه الملوثة خلال فترة التجميع.

العينة المركبة تجمع في فترات ثابتة من الزمن (علي مدي أربعة وعشرون ساعة أو أقل في اليوم) فمثلا إذا جمعت 12 عينة في اثنتي عشرة ساعة تسمي العينة عينة مركبة لاثنتي عشرة ساعة .

وإذا كانت نوعية وكمية مياه المجاري الواردة متغيرة فيجب أن تؤخذ عينة علي فترات متقاربة كل ساعة مثلا ، أما إذا كانت الامور تسير بدون تغيير في الكمية فيمكن اخذ عينة مرة كل ساعتين أو كل 4 ساعات طبقا لما يقرر المعمل الكيميائي.

ويتم تكوين العينة المركبة بخلط العينات المخطوفة المأخوذة فى أوقات محددة من مأخذ واحد أو بأحجام محددة (مرتبطة بمعدل التدفق) من مآخذ مختلفة أو مأخذ واحد متغير التدفق وينتج عن تحليل العينة المركبة قيمة متوسطة لنوعية المياه/ مياه الصرف ويتم استخدامه كثيرا للحصول على قيم متوسطة يومية. وتكمن المشكلة الأساسية فى العينة المركبة فى أن العينات قد تتدهور خلال فترة أخذ العينات، مما يجعل من الضرورى الحفاظ عليها وكذلك يمكن الإخفاق فى اكتشاف التغيرات السريعة فى التركيب. ويمكن إجراء العينات المركبة يدويا أو عن طريق معدات متوسطة التكلفة وقد تكون تكلفة التشغيل هامة عند أخذ العينات المركبة يدويا ولكنها تكون أقل كثيرا إذا تم أخذ العينات أتوماتيكيا.

وهناك طرق عديدة لتجميع العينة وهى مبنية على أساس الزمن **"Time based"** أو التغيير فى معدل التدفق **"Flow Based"** واختيار أى من الطريقتين يعتمد على الآتى:

- متطلبات القانون للسماح بالصرف.
- التغيير فى معدل التدفق أو تركيزات الملوثات فى المياه.
- توفر الأجهزة والمعدات.

▪ أماكن سحب العينات.

يجب على مسئول جمع العينات معرفة هذه المعايير قبل البدء فى برنامج أخذ العينات. وإذا كان االمسئول على علم أو شك فى حدوث تغيرات مؤثرة فى معدل التدفق أو عدم درايته بطبيعة المنشأة فإنه يفضل أخذ عينة مجمعة تتناسب مع معدل التدفق وفيما عدا ذلك فإن العينة المجمعة المتناسبة مع الزمن تكون مقبولة.

وعموما الغرض من العينة المركبة هي ان تكون صالحة لاعطاء بيانات ومعلومات ونتائج صحيحة تمثل حالة التشغيل علي مدي أربع وعشرون ساعة في اليوم ويمكن حساب كفاءة الوحدات بناء علي هذه النتائج .

أمثلة عن كيفية حساب حجم العينة

$$\text{مقدار حجم العينة المطلوبة في ساعة معينة} = \frac{\text{الحجم الكلي للعينة المطلوبة}}{\text{متوسط معدل التصرف} \times \text{عدد العينات}}$$

مثال 1

عينة مركبة تم جمعها كل ساعة علي مدار يوم كامل عند مدخل محطة معالجة فإذا علمت أن الحجم الكلي للعينة هو 2 لتر – وقت العينات 24 ساعة = 24× 60 = 1440 دقيقة – معدل الجمع = 1 ساعة = 60 دقيقة .

$$\text{عدد العينات} = \frac{\text{وقت العينات (دقيقة)}}{\text{معدل الجمع (دقيقة لكل عينة)}}$$

عدد العينات = 24 × 60 / 60 = 24 عينة

$$\text{حجم العينة المطلوبة} = \frac{\text{الحجم الكلي للعينة}}{\text{عدد العينات}}$$

= 2×1 /24 = 0.08333 لتر = 83.333 مليلتر / عينة

مثال 2

عينة مركبة تم جمعها كل ساعة علي مدار يوم كامل عند مدخل محطة معالجة فاذا علمت ان الحجم الكلي للعينة هو 4 لتر – وقت العينات 8 ساعة = 8× 60 = 480 دقيقة، علما ان متوسط التصرف 5000 متر مكعب يوم.

- معدل الجمع = 2/1 ساعة = 30 دقيقة .
- عدد العينات = 8 × 60 / 30 = 16 عينة
- حجم العينة المطلوبة = 16/4 = 0.25 لتر / عينة

استخدام أجهزة سحب العينات الأتوماتيكية:

ويمكن استخدام أجهزة أوتوماتيكية فى سحب عينات مجمعة أو عينات مخطوفة تجمع على فترات زمنية أو عند طلب عينة مستمرة **(Continuous sample)**. وبالنسبة لسحب عينات مجمعة متناسبة زمنيا أو متناسبة مع معدل التدفق فيستخدم جهاز أوتوماتيكي لهذا الغرض.

وفى حالة سحب عينات متناسبة مع معدل التدفق فيتم تشغيل جهاز سحب العينة الأوتوماتيكي من خلال تشغيل جهاز قياس معدل التدفق الملائم له والمرتبط بتشغيله. ويمكن أيضا فى هذه الحالة سحب العينات باستخدام جهاز أوتوماتيكي مزود بعدة قارورات بحيث يتم خلط العينات الفردية بمعرفة المفتش على أساس نسب معدل التدفق لعمل العينة المجمعة.

ويجب أن تفي أجهزة سحب العينات الأوتوماتيكية بهذه المتطلبات:

- التنظيف التام لجميع أجزاء الجهاز والمعدات الملحقة لتجنب تلوث العينات من استخدامات سابقة.
- يجب ألا تمر العينة المراد تحليلها على أجزاء الجهاز المعدنية أو البلاستيكية التى يمكن أن تؤثر على نتائج التحاليل لبعض المؤشرات.
- يجب أن يوفر الجهاز إمكانية حفظ العينات لفترة بعد سحبها من خلال التبريد أو باستخدام الثلج فى الموقع.
- يجب أن يوفر الجهاز إمكانية سحب عينة كبيرة الحجم لتكفي لجميع التحاليل المطلوبة.

- يجب الا يقل حجم العينة المفردة عن 100 ملل .
- يجب أن يوفر الجهاز إمكانية رفع حتى 20 قدم على الأقل وأن يسهل التحكم فى الجهاز حيث ان حجم العينة يتوقف على قدرة الرفع للمضخة.
- يجب ألا تقل سرعة الضخ عن قدمين/ ثانية حتى يتم نقل الجزئيات الصلبة وضمان عدم ترسبها.
- يجب أن يتم تنظيف الخط الموصل للمضخة قبل سحب كل عينة.
- يجب الا يقل قطر خط (أنبوب) السحب عن 1/4 بوصة.
- يجب توافر مصدر طاقة لتشغيل الجهاز فترة كافية حتى الانتهاء من أخذ العينة أو استخدام وصلات الكهرباء الموجودة بالمنشأة إذا أمكن.

5. طريقة اخذ عينات الحماءة

يلاحظ ان نسبة المواد الصلبة تكون مرتفعة في اللحظات الاولي لبدء تصريفها (لتراكم المواد الصلبة) وخاصة عندما يتم التصريف من قاع الحوض ، وكلما طال وقت التصريف كلما انخفضت نسبة المواد الصلبة لذلك يراعي عند الرغبة في جمع عينة ممثلة للحماءة ان تكون هذه العينة مركبة وذلك يجمع عينة كل دقيقة بمجرد بدء التصريف والجدول التالي مثال لذلك .

جدول 6-1

فترة تصريف الحماءة (دقيقة)	تركيز المواد الصلبة %
1.0	7.0
2.0	7.1
3.0	6.8
4.0	6.5
5.0	5.9
6.0	5.2
7.0	4.7
8.0	4.5
9.0	4.3
10	4.2

والجدول يظهر النتائج الاتية :

1. تركيز المواد الصلبة بعد 3 دقائق بدأ يقل وبعد 7.0 دقائق بدأ يقل عن 5 % وعند وصول نسبة المواد الصلبة الي 4 % يجب التوقف عن صرف الحماءة لأنه بعد ذلك تصبح كمية المياه أكثر من اللازم .
2. لكي تؤخذ عينة ممثلة للحماءة يجب ان تكون عينة مركبة مجمعة مكونة من أحجام متساوية جمعت كل دقيقة وخلطها جيدا – ولكن إذا أخذت عينة بسيطة فأما أن تكون مركزة إذا جمعت في الدقيقة الاولي او تكون مخففة اذا جمعت في الدقائق الاخيرة ، ومن هذا فان العينة البسيطة لا تمثل الواقع .
3. يراعي ضرورة رج زجاجات العينات جيدا قبل خلطها او تحليلها لانها معرضة للترسيب السريع .
4. يجب حفظ العينات في ثلاجة عند درجة حرارة 4 مئوية لوقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة والتي قد يؤدي نشاطها إلي تغير في طبيعة وخواص العينة .

يجب علي مسئولي المعمل امداد جامعي العينات بالكيماويات اللازمة لحفظ العينات وتثبيتها وذلك عند الحاجة لعمل تحليلات خاصة مطلوبة .

6. مراقبة الجودة في جمع العينات وتحليلها

1- عملية جمع العينات عملية دقيقة وحساسة لأن جميع النتائج المعملية تعتمد في دقتها علي كون العينة ممثلة أم لا ، ومن ثم فإن عملية جمع العينات تحتاج لخطة محددة منظمة تحدد بالضبط المحددات الاتية :-

* أماكن أخذ العينات
* طريقة جمع العينات
* ما إذا كانت العينة بسيطة او مركبة
* كمية العينة اللازمة للتحليل
* وقت أخذ العينة وزمن وصولها الي المعمل
* نوع وطبيعة وعاء جمع العينة
* وسيلة النقل المناسبة المستخدمة لنقل العينات من الموقع إلي المعمل ويجب أن تكون الوسيلة مناسبة لضمان سرعة وصول العينة خلال الزمن المحدد .

* المواد اللازمة لحفظ العينة

2- بعض التحليلات مثل قياس درجة الحرارة – الرقم الهيدروجيني – كمية الاكسجين الذائبة – القلوية الكلية يجب قياسها بمجرد جمع لسرعة تغيرها ويفضل قياسها في الموقع .

3- المعمل مسئول عن تجهيز الادوات المناسبة لجمع العينات من زجاجات ومبردات وادوات الجمع والتاكد من مطابقتها للمواصفات والمعايير القياسية السليمة ، وايضا التاكد من ان هذه الادوات مطابقة لنظم السلامة والامان حتي لا يتعرض جامعي العينات لاية مخاطر محتملة .

4 - المعمل مسئول عن تزويد جامعي العينات بالمواد اللازمة لحفظ العينات وتثبيتها طبقا للتحاليل المطلوبة وطبقا لمدة حفظها والمواد الكيماوية يجب ان تكون عيارية ومظبوطة وحديثة التحضير.

1. جامعي العينات مسئولين عن سلامة العينة من لحظة جمعها الي وقت تسليمها للمعمل وان لا تكون العينة ملوثة باية مواد تعطي نتائج خاطئة .
2. زجاجات العينات يجب أن تكون نظيفة وتغسل جيدا قبل استعمالها وكل اختبار له زجاجة معينة وتتراوح سعة زجاجات العينات من 1 لتر الي 3 لتر حسب الاختبارات المطلوبة، زجاجات الإختبارات البكتريولوجية يتم تجهيزها بمعرفة اخصائي الميكروبيولوجي .
3. زجاجات عينات الحماءة يجب ان تكون ذات سطح املس ويجب غسلها بعناية وباستعمال منظفات خاصة طبقا لتعليمات المعمل ، وأن تكون جافة تماما بعد غسلها وشطفها .
4. لا تستعمل في جمع العينات الزجاجات التي بها كيماويات حفظ وتثبيت والطريقة الصحيحة هي ان تجمع العينة في جردل ثم تفرغ بحرص شديد في الزجاجة مع رجها بشدة لكي تختلط الكيماويات بمياه العينة .
5. احرص علي تدوين كافة البيانات اللازمة علي البطاقة المصاحبة للعينة مثل مكان اخذ العينة وتاريخ ووقت اخذها ونوع العينة اذا كانت بسيطة او مركبة ، واذا كان بها مواد حافظة والتحاليل المطلوبة واسم جامع العينة والشخص الذي حملها للمعمل ووقت تسليمها للمعمل واية بيانات اضافية يلزم الافادة بها .

7. الوقاية من اخطار العمل في المعمل

يتعرض جامعي العينات والكيميائيين الذين يقومون بتحليل العينات الي كثير من الاخطار منها : -

- العدوي بالكائنات الممرضة مثل الجراثيم الموجودة بمياه المجاري او الجراثيم المنتشرة داخل الموقع والتي قد تتواجد في الهواء والمياه والارض (التربة) .
- وجود مواد ملتهبة قابلة للاشتعال أو غازات معرضة للانفجار مثل غاز الميثان أو غازات سامة مثل كبريتيد الهيدروجين وأول أكسيد الكربون والكلور .
- التعرض للصدمات الكهربية والصعق بالكهرباء جراء التعامل مع كثير من الأجهزة المعملية وأجهزة جمع العينات الأتوماتيكية بالموقع .
- التعرض للسقوط داخل الخزانات أثناء جمع العينات .
- التعرض للحرق جراء التعامل مع الكيماويات الحارقة بالمعمل واحتمال نشوب حرائق .
- التعرض للحوداث داخل الموقع مثل حوادث السير والمركبات .

ولتقليل تلك المخاطر ومنع حدوث الاصابات والحوادث يجب علي العاملين اتباع ما يلي :

* العناية بغسل الأيدي والوجه جيدا بالماء والصابون ويفضل استخدام المواد المطهرة لذلك ، ويتم الغسل قبل وبعد جمع العينات وقبل الاكل او التدخين.
* القيام بإعطاء كافة العاملين بمواقع الصرف الصحي التطعيمات اللازمة ضد الأمراض التي يحتمل الاصابة بها داخل المواقع ، واجراء الفحص الطبي للعاملين بصفة دورية .
* الحرص علي استعمال ملابس الوقاية مثل القفازات والنظارات والبالطو .
* تجنب الاكل والتدخين بجوار عينات المجاري والكيماويات ويفضل الاكل والتدحين في اماكن مخصصة لذلك .
* لا تستعمل ثلاجات حفظ العينات في أعراض أخري مثل حفظ الماكولات .
* اتبع التعليمات الخاصة بالامن والسلامة في تخزين الكيماويات .

* الحرص اللازم عند استخدام اجهزة قابلة للكسر مثل الزجاجيات .

* يجب استخدام الأجهزة الأتوماتيكية لسحب وتفريغ العينات ، ولا تستعمل الماصة بطريقة الشفط بالفم لسحب عينات أو مواد كيميائية .

* الحرص علي نظافة حجرة العينات وحجرات المعمل بإستمرار والقيام بتعقيم وتطهير هذه الاماكن يوميا .

* لا تعمل بمفردك في أماكن خطرة بها غازات سامة .

* الحرص علي قيام فردين أو أكثر بجمع العينات سويا لامكانية التصرف والابلاغ عند حدوث خطر السقوط في احد الخزانات .

اجراءات السلامة والصحة المهنية للمعامل

من الهام ان نعرف ان تحقيق الامان وأمن المكان هو مسئولية المؤسسة ومدير المعمل ومشرف المعمل وأخيرا طاقم المعمل انفسهم .

فكل العاملين بالمعمل لابد أن يبذلوا قصاري جهدهم لحماية انفسهم وحماية مرؤوسيهم بتطبيق ومتابعة برامج السلامة والصحة داخل المعمل وفي اماكن جمع وتحضير العينات .

التدريبات العملية لسلامة المعمل

استخدم كافة البيانات والمعلومات المتوفرة والتدريبات العملية والطرق الآتية كإجراءات عملية لسلامة المعمل وخاصة للمعامل التي تتعامل مع الكيماويات

1. القواعد العامة
2. التدريبات العملية / الاجراءات
3. معدات الوقاية الشخصية
4. التحكم والرقابة الهندسية
5. التخلص من المخلفات

1. القواعد العامة

وتشمل القواعد الخاصة بالحوادث اولا (الابتلاع- حوادث الجلد - النظافة- العمل وحيدا) وثانيا اليقظة والاحتراس

أ- الحوادث :

1- حوادث العين ، مؤقتا تشطف وتغسل العين بالماء مدة طويلة لا تقل عن 15 دقيقة ويستدعي رعاية طبية فورا.

2- الابتلاع ، حث المصاب علي التقيؤ بشرب كميات كبيرة من المياه و استدع رعاية طبية فورا.

3- حوادث الجلد ، موقتا يشطف المكان المصاب بالماء لمدة 15 دقيقة ، ويتم ازالة اية مواد ملوثة لو الأعراض زادت أو تدهورت حالة المصاب بعد الشطف بالماء استدع رعاية طبية فورا.

4- النظافة ، مؤقتا يغسل مكان المواد المنسكبة مستخدمين ملابس واقية ومعدات نظافة جيدة ثم يتم التخلص من المواد المنسكبة بأسلوب امن وطرق معتمدة .

5- تجنب العمل وحيدا داخل المعمل وخاصة عند إجراء التجارب الخطرة.

ب- اليقظة والإحتراس

كن يقظا دائما وشديد الانتباه لنفسك ولغيرك داخل المعمل كله ، وكن شديد الاحتراس من الظروف غير الآمنة وتأكد أنه تم تصحيحها بعد اكتشافها وتحديدها.

2.التدريبات العملية (قواعد العمل) / الاجراءات

(1) عادات ونظم العمل : قم بتشجيع وتطوير عادات السلامة والامن وتجنب التعرض غير الضروري للكيماويات وتجنب العمل منفردا كلما امكن .

(2) التهوية الجيدة لاماكن تواجد الغازات : لا تشم او تتذوق الكيماويات وقم بتهوية اي جهاز يمكن ان ينبعث منه غازات او كيماويات سامة (مضخة التفريغ – اعمدة التقطير ......)

(3) القفازات : ارتدى القفازات واختبرها قبل استعمالها .

(4) استخدام واختيار الكيماويات : استخدم الكيماويات ذات الجودة العالية والتي لها بيانات للسلامة واضحة ومحددة **Material Safety Data Sheet** والتي لها قابلية لتطبيق نظم التهوية عليها .

(5) الاكل والتدخين والنشاطات الاخري : لا تأكل لا تشرب لا تدخن ولا تلوك لبان او تضع مواد تجميل حيث توجد الكيماويات المعملية، قم بغسل يديك جيدا بمواد التنظيف وبالمطهرات قبل القيام باية نشاطات .

(6) تخزين الغذاء : لا يتم تداول أو تخزين او استهلاك مواد غذائية أو مشروبات في مناطق تخزين الكيماويات أو في ثلاجات حفظ الكيماويات أو اماكن حفظ الزجاجيات .

(7) المعدات والزجاجيات المعملية : خزن الزجاجيات بحرص شديد لتجنب كسرها ، لا تستخدم زجاجيات مكسورة مرة اخري حتي لا يصاب أحد بجروح خطيرة ، كن حريصا عند تداول الزجاجيات المفرغة ، وابعد الزجاجيات والاجزاء المكسورة في مكان آمن وتخلص منها بصورة سليمة .

(8) الغرف الباردة والدافئة : لا تسمح بانطلاق غازات أو أبخرة سامة داخل الغرف الباردة أو الدافئة لأن هذه الغرف ليست مجهزة للتعامل مع الكيماويات ولا يوجد بها اية معدات لطرد الملوثات.

(9) الغسل : قم بغسل الاماكن المكشوفة من جلدك والمعرضة لرذاذ أو غبار الكيماويات قبل مغادرتك المعمل .

(10) السلوك : تجنب المزاح او الضحك والذي يمكن أن يسبب تداخلا وتعطيلا للعمل واعاقة للزملاء.

(11) المص بالفم : لا تقم بسحب او شفط او مص الكيماويات بالفم واستعمل الاجهزة الاتوماتيكية

(12) معدات الوقاية الشخصية: لا ترتدي ملابس الوقاية المعملية في اماكن غير المعمل ، واخلع معطف المعمل فور مغادرتك المعمل وخاصة اذا كنت تتعامل مع مواد خطيرة .

(13) المظهر الشخصي : لا تقم بتطويل شعرك اكثر من اللازم ولا ترتدي ملابس طويلة تعوق العمل وارتدي الحذاء المناسب للمعمل ولا ترتدي الصندل أو الاحذية المفتوحة .

(14) مكان العمل : اترك مكان العمل نظيفا وخاليا من اية عوائق أو متبقيات من الكيماويات او المعدات قم بنظافة مكان العمل بعد الانتهاء من العمل كل يوم.

(15) الاجراءات المهملة (المنسية) اترك المكان مضاء ولابد من وجود علامة واضحة علي الابواب ، وجهز اجهزة سلامة ضد الكيماويات السامة لحين وصول المساعدة (مثل الماء البارد واجهزة شطف العيون) .

3. معدات الوقاية الشخصية

قم بوضع خطة وبرنامج مدروس ودرب العاملين بالمعمل علي هذا البرنامج شاملا التعريف بمخاطر الكيماويات ومخاطر العمل ومعدات الوقاية الشخصية وطرق استعمالها وطرق الوقاية من الكيماويات السامة وطرق معالجة اية حوادث كيماوية .

أولا حماية العين

- ارتدي واقي معتمد للعين (كل العاملين ملزمين بذلك بما فيهم الزوار) في اماكن تخزين وتداول الكيماويات
- تجنب ارتداء العدسات اللاصقة داخل المعمل (الا للضرورة القصوي) واخبر المسئول بذلك ليتم عمل احتياطيات لذلك.

ثانيا وقاية الجلد

ارتدي قفازان عند التعامل مع الكيماويات السامة ، تخلص من القفاز بعد كل استعمال واغسله جيدا قبل القاؤه.

ثالثا وقاية الجهاز التنفسي

استخدم معدات التنفس إذا لم يمكنك التحكم في مستوي التلوث بالكيماويات الي الحد المسموح .

4. التحكم والرقابة الهندسية

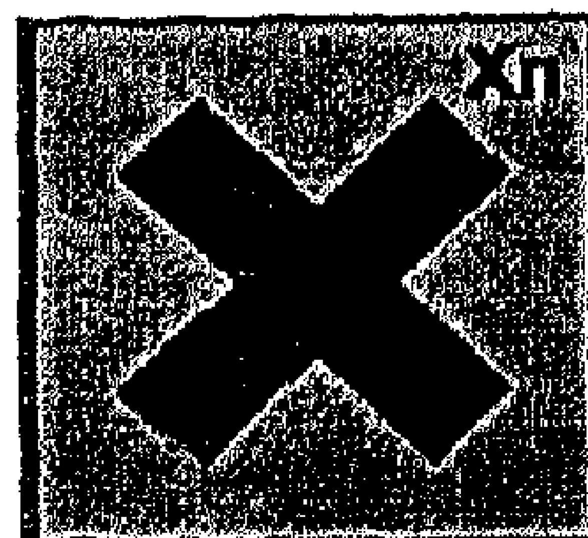
دولاب طرد الغازات استخدم دولاب طرد الغازات عند استخدام كيماويات قد ينتج عنها ابخرة سامة او غبار او اتربة ، وطبقا للقواعد استخدم دولاب طرد الغازات او اي جهاز طرد وتهوية عند التعامل مع المواد المتطايرة تأكد ان دولاب طرد الغازات يعمل جيدا ويطرد الغازات جيدا قبل الاستخدام بتجربته اكثر من مرة.

5.التخلص من المخلفات

تأكد ان خطة وبرنامج السلامة والصحة يشمل طرق واساليب التخلص من الفضلات .

لا تلقي اية من المواد الآتية في شبكة المجاري العامـــة الاحمـــاض أو القلويـــات المركزة – المواد شديدة السمية – المواد شديدة الرائحة – المواد التي تثبط الانـــشطة البيولوجية لانظمة معالجة مياه الصرف – المواد التي يمكن أن تسبب انفجـــارات أو حرائق .

العلامات الدالة علي خطورة المواد الكيميائية المعملية



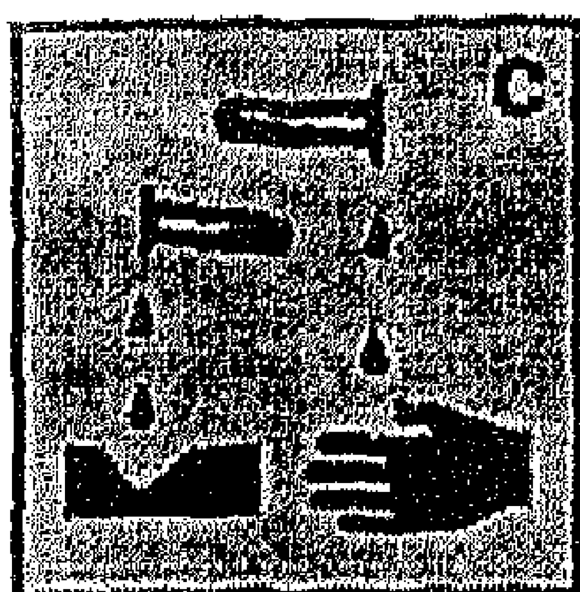
Harmful ضار



Toxic سام



Very Toxic سام جدا

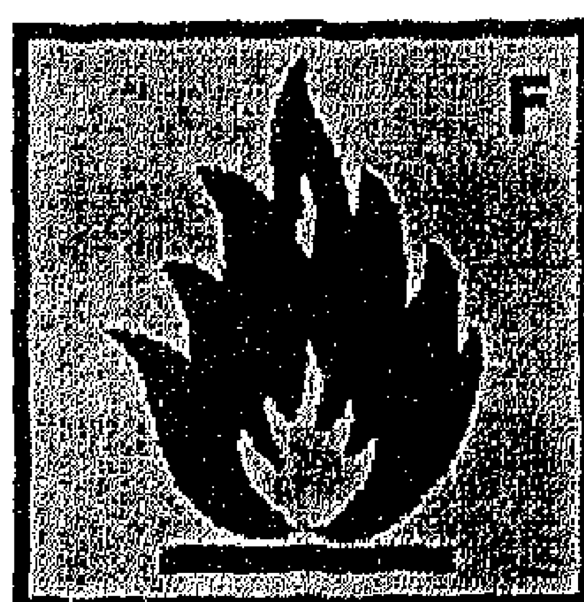


Corrosive مادة اكالة



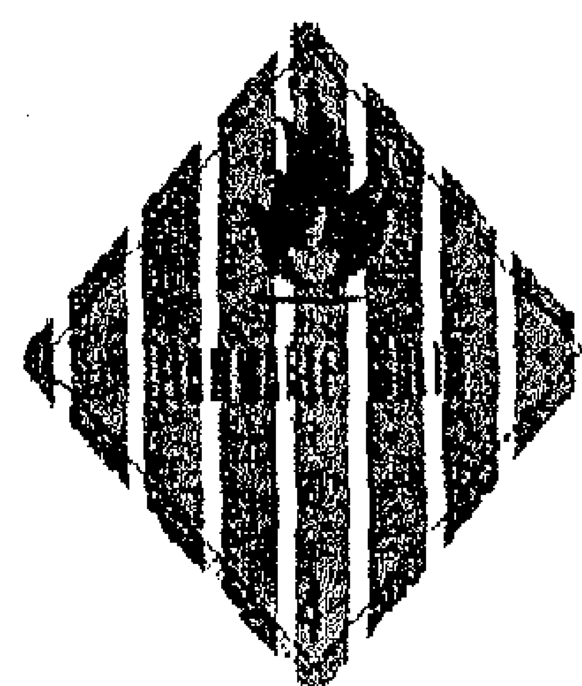
شديد القابلية للالتهاب (مواد شديدة الالتهاب)

Flammable Extremely

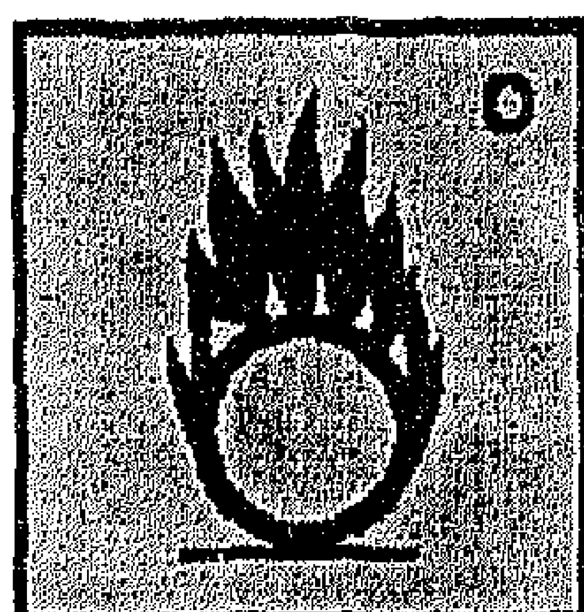


قابل للالتهاب (مواد ملتهبة)

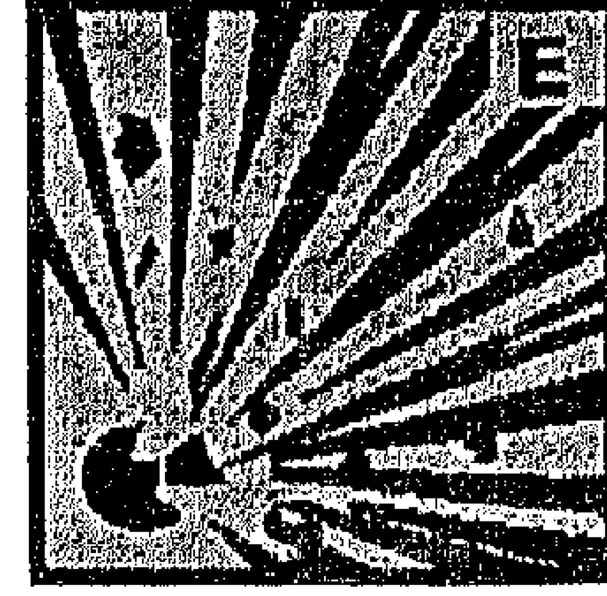
Flammable



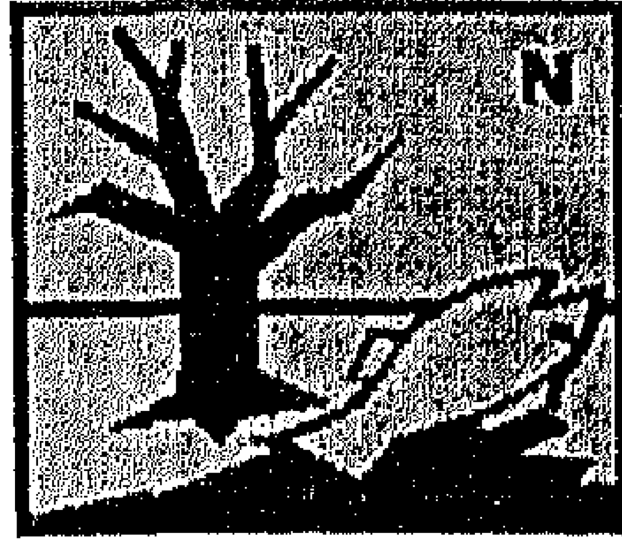
Flammable Solids مواد صلبة ملتهبة



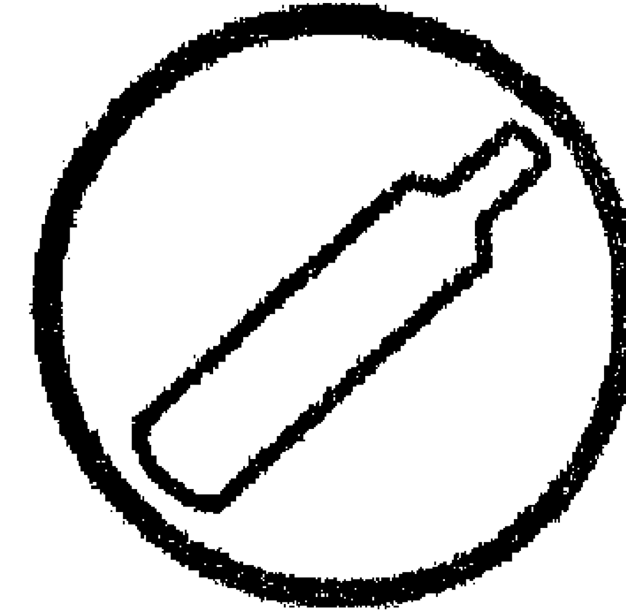
Oxidizing مواد مؤكسدة



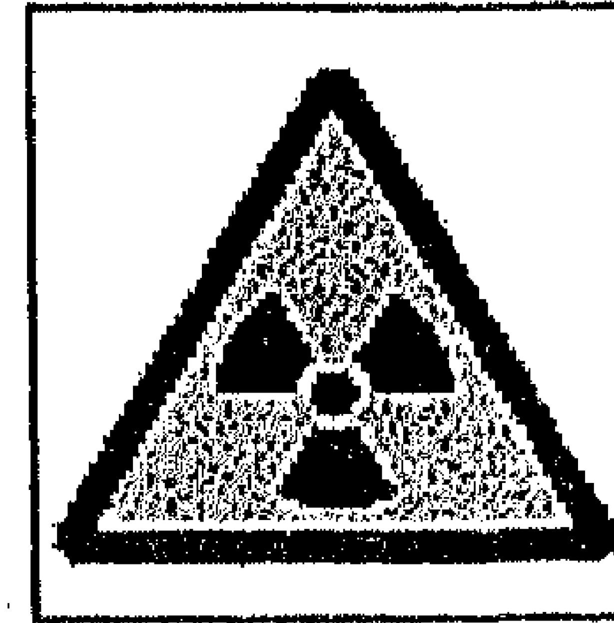
Explosive مواد قابلة للانفجار

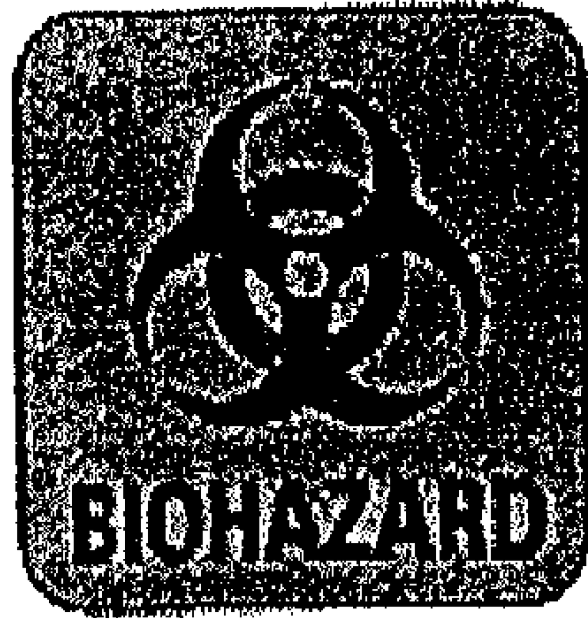


Dangerous for environment مواد ضارة بالبيئة


Coperessed Gases غازات مضغوطة


Dangerously reactivematerial مواد نشطة خطيرة


Radioactive Substancesمواد ذات نشاط اشعاعي



مواد ذات خطر بيولوجي

المواد الخطرة المعرض لها القائمين بالتفتيش الصناعي

المواد الكيماوية التي تشكل خطرا تشمل المواد الآتية :

المواد الاكالة **Corrosive Chemicals**

المواد الملتهبة **Flammable Materials**

المواد السامة **Toxic and Poisons**

المواد المتفجرة **Explosive Materials**

المواد المسببة للسرطان **Carcinogenic Materials**

المواد البيولوجية الخطرة (مسببات الامراض)

Biological infectious Substances

وفي حالات نادرة المواد ذات النشاط الاشعاعي

المواد الاكالة Corrosive Chemicals

تعد هذه المواد من اكثر المواد الكيماوية انتشارا وشيوعا من حيث الاستخدام الصناعي والبحثي وتعرف المواد الاكالة بانها المواد التي تسبب دمارا وتأكلا لانسجة جسم الانسان أو تآكلا للمواد الأخري وتدمر المواد الاكالة جسم الانسان عن طريق :

- تدمير بروتين الانسجة او الانسجة نفسها
- مهاجمة السطح نفسه عن طريق نزع الماء – النيترة (يتحول الجلد للون الاصفر اذا اصيب بحمض النيتريك) أو الأكسدة لانسجة الجسم .
- تدمير غشاء الخلايا

ومن أشهر المواد الأكالة الأحماض غير العضوية مثل حمض الكبريتيك وحمض الهيدروكلوريك والاحماض العضوية مثل حمض الخليك والقلويات مثل الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية .

وهناك مواد أكالة ولكنها ليست احماض او قلويات مثل الفلورين والكلورين وأكسيد النيتريك .

المواد الملتهبة Flammable Materials

تعد المواد الملتهبة ثاني اكثر الانواع انتشارا في الصناعة وتعرف المواد الملتهبة بانها المواد التي توجد بنسبة اكبر من 1% ولها نقطة وميض اقل من 38 مئوية أو اقل من 100 درجة فهرنهايت .

ومن أشهر المواد الملتهبة المذيبات مثل الكحولات والكيتونات ومواد الوقود مثل الجازولين والكيروسين ومذيب الطلاء مثل التنر .

وتنشأ خطورة المواد الملتهبة وخاصة السوائل الملتهبة من إمكانية حدوث حريق أو يسبب وجودها حريق او انفجار

المواد السامة Toxic and Poisons

المواد السامة تعد ثالث اثر الانواع الكيماوية انتشارا فى المجال الصناعي واكثرها خطورة، وتعرف المواد السامة بانها اية مادة تسبب سمية او تسمم للانسان .

ومن المواد السامة الغير عضوية مادة الاسبستوس الخطيرة والتي عند التعرض الشديد لها لفترات طويلة تسبب إصابة الرئتين بالتليف وممكن ان يؤدي الي حدوث سرطان بالرئة .

والعناصر الثقيلة مثل الكادميوم والزئبق والرصاص من المــواد ذات الطبيعــة السامة لطبيعة تراكمها داخل جسم الانسان مسية تلف للكلي والكبد ، ومن اهم مصادر العناصر الثقيلة صناعات البطاريات والطلاء الكهربي .

والفينولات ومركبات الفورمالدهيد والتي تنتج من مــصانع البلاســتيك والمــواد اللاصقة تعد من المواد العضوية السامة.

وقد تصنف المواد السامة من حيث تأثيرها الفسيولوجي علي الكائن الحــي الــي المواد الآتية :

مواد الحساسية – المواد المخدرة – مواد مسببة للاختناق – مواد سامة موضعية

ومواد الحساسية هي مواد اكالة وتهاجم سطح الغشاء المخاطي للجسم

والمواد المخدرة والمسكنات هي مواد تثبط الجهار العصبي المركزي

والمواد مسببة للاختناق هي مواد تؤثر علي التنفس والجهاز التنفسي

ومواد سامة موضعية تؤثر علي الاعضاء الداخلية للجسم

العوامل المسببة للعدوي مسببات الامراض Infectious agents

من اهم عوامل العدوي المنتشرة في محطات مياه الصرف الصحي والــصناعي الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والبرتوزوا (الاوليات) أو الطفيليات الأولية ، وتسبب هذه الكائنات الحية الكثير من الامراض، و فالبكتريا مــثلا تــسبب مرض الكوليرا، والفيروسات تسبب مرض الالتهاب الكبدي الوبائي والبرتوزوا تسبب مرض الدوسنتاريا الاميبية .

ومن اهم الاسباب التي تؤدي الي انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضــة في مياه الصرف هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلي شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي إلي إنتشار الأمــراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

الجدول الآتى جدول 6-2 يلخص أهم التأثيرات الــصحية لــبعض الكيماويــات السامة

جدول 6-2 التأثيرات الصحية لبعض الكيماويات السامة

المادة الكيميائية	التأثير الصحي
زرنيخ	إسهال، قيء ، سام ، مسمم للكبد، آلام فى الصدر، هبوط فى الدورة الدموية ثم الوفاة، التهاب الأعصاب الطرفية والجلد.
كادميوم	جفاف حلق، مدمر للكبد، وتضخم عضلة القلب، ضيق الصدر، صداع، رجفة، أنيميا ونهجان.
كربون	مسبب رئيسي للفشل الكلوي.
كلوروفورم	مهيج للعين والجلد، مثبط للجهاز العصبى المركزى، اضطرابات فى الجهاز الهضمى ومن مسببات السرطان، مسبب للفشل الكلوي و الكبدي.
نحاس	يسبب استنشاقه حمى أبخرة المعادن، يسبب التهاب الجهاز الهضمى والتهيج الكبدي.
سيانيد	شديد السمية.
رصاص	يسبب التشنج و فقر الدم و الفشل الكلوي.
زئبق	يسبب الشلل الرعاش مع تغيرات فى الشخصية والسلوك وزيادة إفراز البولينا فى البول، التهاب اللثة والجلد، الهياج، الاكتئاب والفشل الكلوي.
نيكل	يسبب التهاب المعدة و يؤثر على الجهاز العصبي المركزي. كما يسبب الصداع والدوخة، النهجان، مرض الزرقة، آلام الصدر ومهيج للجلد ويسبب التهابه.
الحديد وأكاسيده	يسبب تليف الرئتين نتيجة استنشاق المواد الترابية الناتجة من تصنيع المادة الخام.
رباعى كلوريد الكربون	يسبب الغثيان، القيء، مغص مع إسهال، تثبيط حاد للجهاز العصبى المركزى، يؤدى إلى دوخة وبلادة، وتنتهى الأعراض باستسقاء الرئة مع دمار الكبد والكلى مع فقدان الوعى.

- المعادن الثقلية الكلية — المعايرة المرئية باستخدام **Spectrophotometer**
- الفوسفات — المعايرة المرئية باستخدام **Spectrophotometer**

يمكن أن يتم تعيين وتحليل العينات على مستويين مختلفين:

التعيين الكيفي أو شبه الكمي

وهو يعتبر الأسهل بالنسبة للتحليل فى الموقع ويتطلب وجود أجهزة معملية بسيطة مثل ورق قياس الأس الهيدروجينى. ويمكن أيضا لهذه الطريقة أن تساعد في الاستدلال على التغييرات التي تطرأ على تركيزات الكيماويات المختلفة. وتتم مراجعة هذه التحاليل عن طريق التحليل المعملي لتقييم تركيز الملوثات فى العينة كميا.

التحليل المعملي

يحتاج التحليل المعملي إلى معمل مجهز يتم تقييمه كل سنة أو عندما تظهر مشاكل به. ويجب التأكد تماما من صلاحية المعمل من حيث أنه معتمد رسميا فى جهة مسئولة وان موافقة إقامة المعمل رسمية. يجب مراعاة تقييم المعمل عن غيره من المعامل المختلفة من حيث سعر العينة وكفاءة المعمل قبل أو بعد عملية التحليل.

3-1-6 اهم الاختبارات المعملية التي تجري علي مياه الصرف الصناعي

طريقة قياس الرقم الهيدروجيني

يعطي الرقم الهيدروجيني مقياس من صفر الي 14 وهذا المقياس يعبر عما اذا كانت المياه قلوية اوحمضية او متعادلة

اذا كانت المادة حامضية كانت القيمة من صفر الي اقل من 7

اذا كانت المادة متعادلة كانت القيمة 7

اذا كانت المادة قلوية كانت القيمة من اكبر من 7 الي 14

ويتم القياس بواسطة جهاز القياس الكهربي

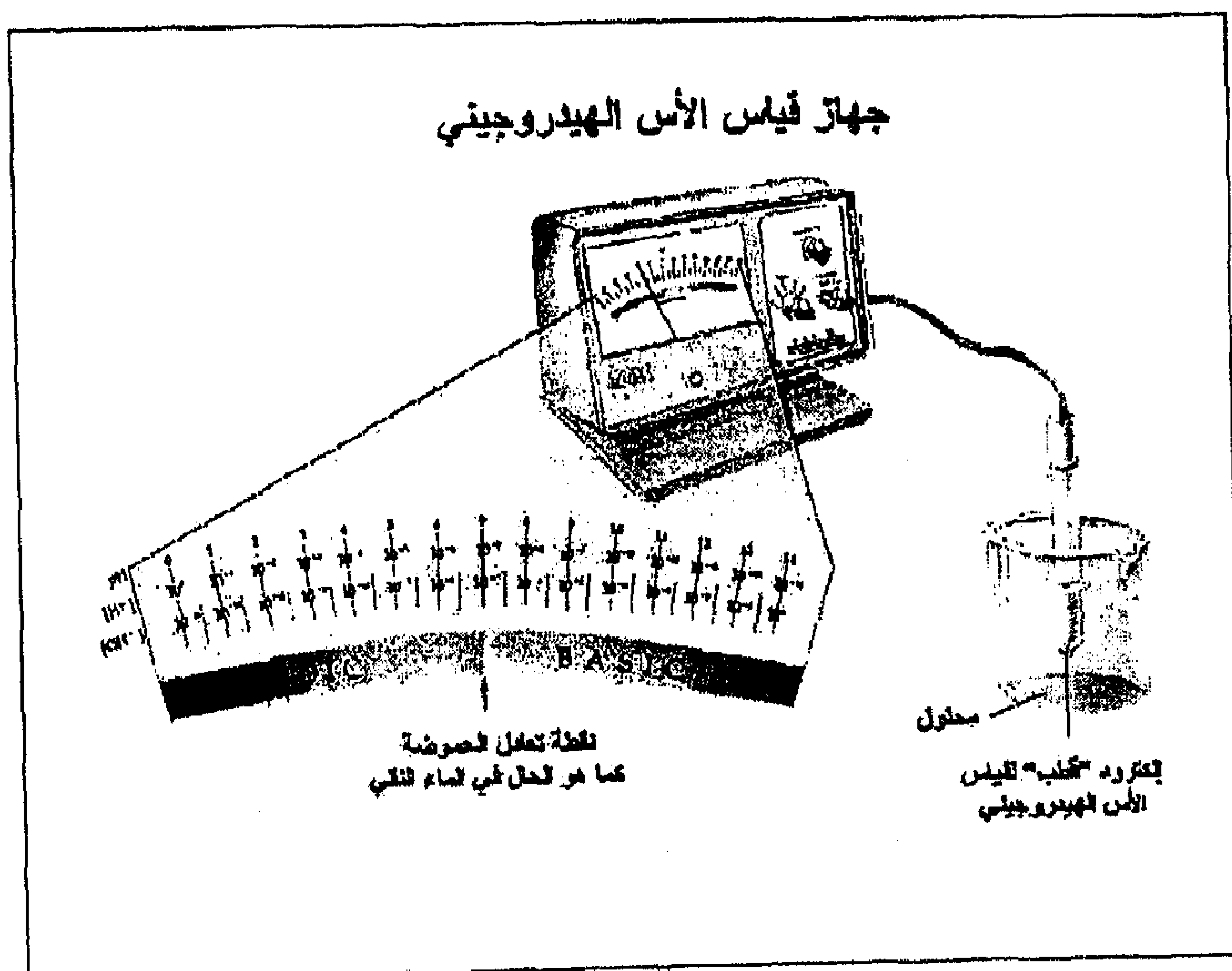
ويفضل قياس الرقم الهيدروجيني مباشرة في الموقع نظرا لتأثير كثير من العوامل علي قيمته

العلاقة بين درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني

يوضح الجدول الآتى تغير قيمة الرقم الهيدروجيني مع تغير درجة الحرارة

درجة الحرارة	pH 4	pH 7	pH 10
	pH		
0.0	4.01	7.12	
10.0	4.00	7.06	10.15
20.0	4.00	7.02	10.05
25.0	4.00	7.00	10.00
30.0	4.00	6.97	9.96

يلاحظ من الجدول أنه كلما زادت درجة الحرارة انخفضت قيمة الرقم الهيدروجيني

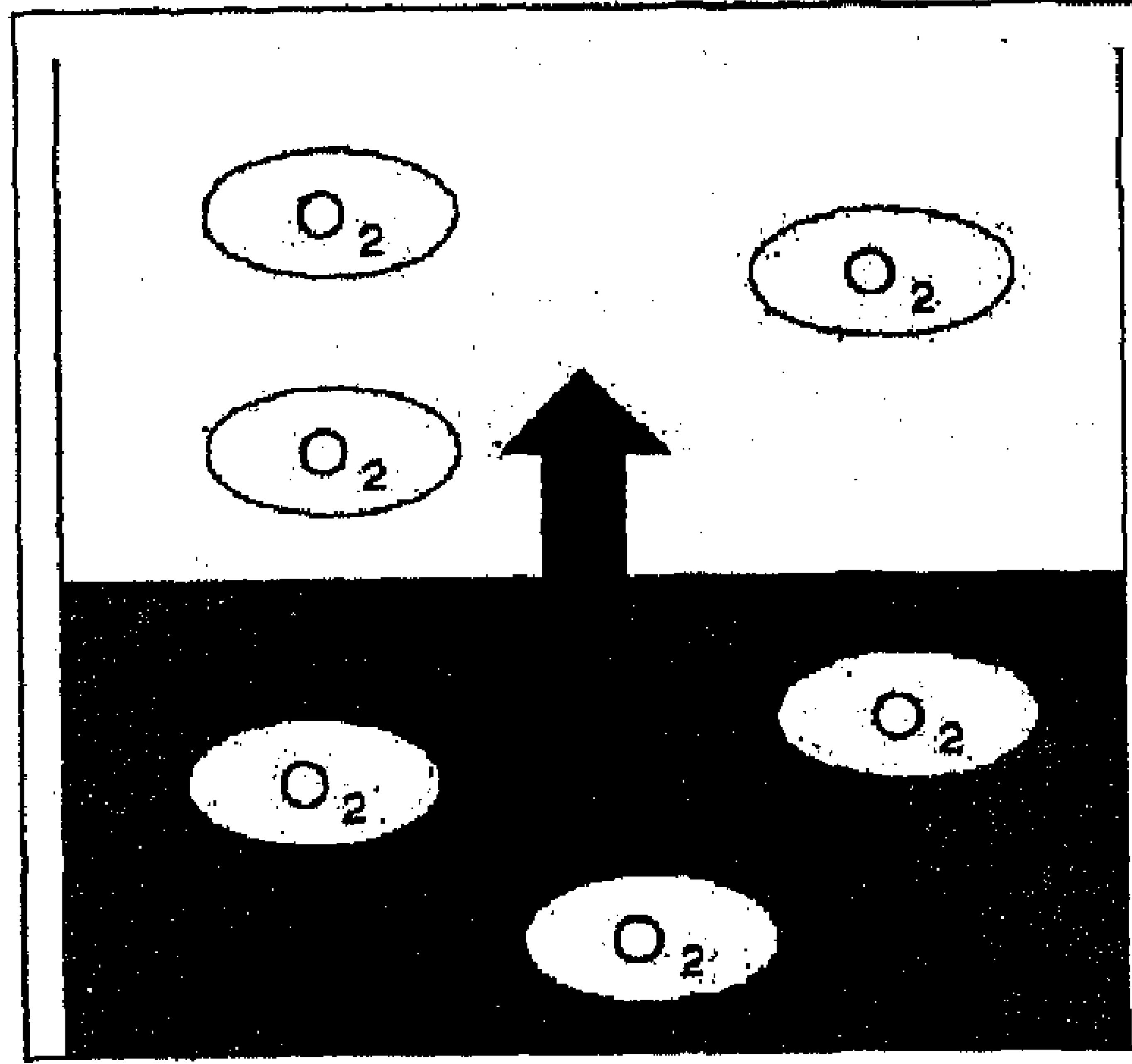


الاكسجين الذائب Dissolved Oxygen

طريقة قياس الاكسجين الذائب

يمكن قياس الاكسجين الذائب لعينات المياه بواسطة جهاز قياس الاكسجين حيث يتم معايرة الجهاز وضبطه قبل القياس ثم يوضع الالكترود داخل عينة المياه او داخل الخزان المراد قياس الاكسجين به وتؤخذ القراءة .

اما بالنسبة للمعمل فيمكن استخدام بالاضافة الي الجهاز استخدام طريقة ازيد الصوديوم .



قياس الاكسجين الحيوي الممتص

Measurements of Biochemical Oxygen Demand

يتم الاختبار علي عينة مخففة من المخلفات السائلة ، ويستخدم في تخفيف المخلفات السائلة ، مياه مقطرة تحتوي علي عناصر تحتاجها البكتريا في نشاطها ، مثل الفوسفات وكبريتات الماغنسيوم وكلوريد الكالسيوم وكلوريد الحديديك ، ويتم تشبع المياه المقطرة بالأكسجين الذائب بتهويتها مدة معينة ، وهذا الأكسجين الذائب يكفي لنشاط البكتريا طيلة مدة الاختبار والذي يتم في خمسة ايام .

ولاجراء التجربة يتم تخفيف عينة المجاري عدة تخفيفات تناسب تركيز المواد العضوية لتلك المخلفات ، ويتم تحضير الزجاجات الخاصة بهذه التجربة بحيث تملا ثلاث زجاجات من كل تخفيف .

ويتم تحديد نسبة مياه المجاري في الخليط المخفف علي اساس تركيز المواد العضوية فيها ، وعلي سبيل المثال تكون نسبة مياه المجاري في التخفيف من 1 الي 2 % اذا كان الأكسجين الحيوي المستهلك (100 الي 600) جزء في المليون ، وتكون النسبة 0.5 % اذا كانت قيمته 1500 جزء في المليون وهكذا .

وتبدأ عملية القياس في التجربة بقياس الأكسجين الذائب في احدي الزجاجات الثلاث ، وتوضع الزجاجتين الباقيتين في حضانة في درجة حرارة 20 مئوية لمدة خمسة ايام من بدء التجربة . وفي نهاية هذه المدة ، يتم قياس الأكسجين الذائب في

الزجاجتين ، ويكون الفرق بين الأكسجين الذائب في العينة المخففة في بداية التجربة وبين متوسط الاكسجين الذائب في الزجاجتين التي تم حفظهما في الحضانة لمدة خمسة أيام ، وهذا الفرق يمثل الأكسجين المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة الحية خلال هـذه المدة .

ويبدأ التفاعل بنشاط البكتريا الهوائية التي تؤكسد المـواد العـضوية بالاسـتعانة بالأكسجين الذائب في المياه ، ومن نواتج هذه التفاعلات ، ثاني اكسيد الكربون واعداد كبيرة من الخلايا البكترية .وبعد ذلك تبدا مرحلة اخري من النشاط البيولوجي تقوم به الاوليات التي تبدأ في التهام الخلايا البكتيرية واستهلاك الأكسجين الذائب في المياه .

وتستمر التفاعلات الميكربيولوجية في اختبارات الأكسجين الحيوي المـستهلك اذا استمرت التجربة لاكثر من خمسة ايام ويبين الـشكل الـسابق لمنحنـي الأكـسجين المستهلك قيمة الأكسجين الحيوي المستهلك بالنسبة للوقت ومعدلات استهلاك المـواد العضوية الكربونية والمواد العضوية النتروجينية ويتبين من الشكل ان معدل نـشاط الكائنات الحية الدقيقة يتناقص بتناقص المواد العضوية التي تمثل الغذاء لهذه الكائنات ، ويصل الأكسجين الحيوي المستهلك في مدة خمسة ايام الي حوالي 70 % من القيمـة القصوي الكلية بالنسبة للمواد الكربونية .

الاكسجين الحيوي المستهلك للمخلفات الصناعية

تحتاج المخلفات الصناعية التي تحتوي علي مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيـا إلي عناية خاصة عند اجراء تجربة قياس الاكسجين الحيوي المـستهلك لان بعـضها يحتاج إلي:

- عملية معادلة لضبط قيمة الاس الهيدروجيني .
- إضافة كميات من الكائنات الدقيقة الحية لتنشيط التفاعلات البيولوجية.
- إجراء بعض التخفيفات بالمياه المقطرة لتخفيف اثر المواد السامة التي يمكن أن تتواجد بمياه الصرف الصناعي .

ويراعي أن تكون العينات المأخوذة لإجراء التجارب عليها ممثلة للمخلفـات لان العمليات الصناعية تختلف مع اختلاف طريقة التصنيع، والمواد الكيميائية التي تـدخل في الصناعة ، ومراحل العمليات المختلفة واستمرارية العمل علي مدار اليوم الكامل .

ولهذا يفضل عينات مجمعة علي مدار يوم كامل تؤخذ علي فترات متساوية مثلا كل ساعة لمراعاة كافة المتغيرات .

وفي حالة وجود مواد سامة بالمخلفات الصناعية تحتاج الي معالجة معينة قبل اجراء التجربة كالتخفيف بالمياه المقطرة ، وفي حالة تداخل المواد السامة في نتائج التجربة او وجودها بكميات كبيرة تستبدل التجربة بتجربة الاكسجين الكيميائي المستهلك .

وفي حالة اجراء تجارب الاكسجين الحيوي المستهلك علي المخلفات الصناعية تحتاج غالبية هذه المخلفات الي اضافة كميات مناسبة من الكائنات الحية الدقيقة من البكتريا والاوليات تناسب تحلل المكونات العضوية لهذه المخلفات مع اضافة المغذيات كاملاح النتروجين والفوسفات وبعض العناصر الاخري كالكالسيوم والبوتاسيوم والحديد وهي عناصر النمو للكائنات الحية الدقيقة .

ويمكن الحصول علي الكائنات الحية الدقيقة من المياه المعالجة الناتجة من محطات معالجة مياه المجاري قبل تطهيرها ، او عن طريق كمية من المجاري المنزلية تترك في اناء مكشوف لمدة يوم كامل في درجة حرارة الغرفة ويؤخذ كمية من المياه من السطح العلوي من الاناء .

ويمكن تحضير الكائنات الحية الدقيقة من خلال نموذج معملي لوحدة حمأة منشطة يتم تغذيتها بخليط من مياه المجاري والمخلفات الصناعية . وتضاف مياه المجاري التي تحتوي علي الكائنات الحية الدقيقة الي عينات التجارب بحيث يكون الاكسجين الحيوي المستهلك الناتج من هذه الاضافة مساويا (5 الي 10%) من الاكسجين الحيوي المستهلك للعينة النهائية وفي نهاية التجربة يمكن عمل تصحيح للزيادة الناتجة عن اضافة كمية المجاري التي تحتوي علي الكائنات الحية الدقيقة .

وعند اجراء التجارب علي مخلفات صناعية بها تركيز كبير من المواد العضوية يمكن عمل مجموعة تخفيفات متوالية للوصول لافضل تخفيف حتي يمكن قياس عينات التجارب .

مثال 1

وحدة معالجة داخل منشأة صناعية لها قدرة علي معالجة 150.000 رطل **BOD** يوم – الحق مصنع مواد غذائية علي هذه المنشأة وهذا المصنع يصرف يوميا 480000جالون بقيمة **BOD** تساوي 3500 مجم / لتر

فاذا علمت ان الحمل العضوي لمحطة المعالجة هو 30000 جالون بقيمة BOD 450 مجم/ لتر

فهل هذا المصنع سوف يعمل حملا زائدا علي محطة المعالجة ام لا .

الحل :-

طاقة معالجة المحطة = 150000 رطل / يوم

معدل تصرف المصنع = 48000 جالون = 0.048 ميجا جالون

قيمة الحمل العضوي للمصنع = 3500 مجم/ لتر

معدل تصرف المحطة = 30 ميجاجالون

الحمل العضوي الكلي للمصنع = 0.048 ×3500 × 8.34 رطل / جالون = 1.401 رطل BOD/ يوم

الحمل العضوي الكلي لمحطة المعالجة = 30 × 450 × 8.34 رطل / جالون = 112.590 رطل BOD/ يوم

الحمل العضوي الكلي لكل من محطة المعالجة والمصنع = 1.401 +112.590 = 113.991 رطل BOD/ يوم

ولكن وحدة المعالجة لها قدرة علي معالجة 150.000 رطل BOD يوم والحمل العضوي الكلي اقل من 150.000

(فقط = 113.991 رطل BOD/ يوم)

إذن المصنع سوف لا يعمل حملا زائدا علي محطة المعالجة.

مثال 2

احسب متوسط الاكسجين الحيوي الممتص والمواد العالقة في المخلفات السائلة التي تم تجميعها من مصادر مختلفة للصرف حسب الجدول التالى جدول 6-3

نوع المخلفات	التدفق م 3 / يوم	الاكسجين الحيوي الممتص	والمواد العالقة مجم/ لتر (جم/ م3)
مياه مجاري منزلية خام	7000	250	350
مخلفات صناعية (1)	300	450	500
مخلفات صناعية (2)	1500	440	200

مجموع تدفق المخلفات السائلة = 7000+300+1500 = 8800 م ^{3} / يوم

مجمــــوع وزن الاكـــسجين الحيـــوي الممـــتص = 7000× 250+300× 450+1500×440= 2545000 جم / يوم

تركيز الاكسجين الحيوي الممتص = 2545000÷ 8800 = 289.2 مجم/ لتر

مجمــــوع وزن المـــــواد العالقــــة =7000× 350+300× 500+ 1500×200= 2900000 جم / يوم

تركيز المواد العالقة = 2900000÷ 8800= 329.54 مجم/ لتر.

مثال 4

هناك شركة يعتقد انها لها وصلة غير قانونية تصرف علي مياه المجاري العامـــة دون تصريح ودون مراقبة لتصرف كميات عالية جدا من BOD .

وفي تقرير الشركة تقول ان الشركة لها معدل تـــصرف 100.000 جـــالون فـــي الدقيقة قيمة BOD 500 مجم/ لتر

اجهزة المراقبة وضعت قبل مجري الصرف وبعده وكانت البيانات كالتالي :

معدل التصرف قبل الصرف **upstream** = 300000 جالون في الدقيقة بقيمـــة BOD 350 مجم/ لتر

معدل التصرف بعد الصرف **downstream** = 400000 جالون في الدقيقة بقيمة BOD 450 مجم/ لتر

هل الشركة فعلا لها تصريف غير قانوني علي الشبكة

الحل :

معدل التصرف قبل الصرف **upstream** = 300000 جالون في الدقيقة بقيمـــة BOD 350 مجم/ لتر

الشركة لها معدل تصرف = 100.000 جالون في الدقيقة قيمة BOD 500 مجم/ لتر

معدل التصرف بعد الصرف **downstream** = 400000 جالون في الدقيقة بقيمة BOD 450 مجم/ لتر

اذا

- معدل التصرف قبل الصرف بالاضافة الي صرف الشركة =300000+1000000=400000جالون في الدقيقة

وهو مساوي معدل التصرف بعد الصرفdownstream فلهذا فمعدل التصرف المكتوب من قبل الشركة سليم

الحمل العضوي الكلي لتصرف الشركة = 0.10 ميجاجالون × 500مجم /لتر × 8.34 رطل/جالون = 417 رطل **BOD** في اليوم.

الحمل العضوي الكلي قبل الصرف **upstream** = 0.30 ميجاجالون × 350مجم /لتر × 8.34 رطل/جالون = 876 رطل **BOD** في اليوم.

الحمل العضوي الكلي بعد الصرف **Downstream** = 0.40 ميجاجالون × 450مجم /لتر × 8.34 رطل/جالون = 1.501 رطل **BOD** في اليوم.

الحمل العضوي الكلي = الحمل العضوي الكلي لتصرف الشركة + الحمل العضوي الكلي قبل الصرف **upstream**

= 876+417 = 1.293 رطل BOD في اليوم.

ولكن الحمل العضوي الكلي بعد الصرف **Downstream** = 1.501 رطل **BOD** في اليوم. اي اكبر من قيمة صرف الشركة والصرف الاولي مما يدل ان هناك اضافة قليلة للحمل العضوي من قبل الشركة الي مياه المجاري العامة بصورة غير قانونية .

مثال 5

مصنع شامبومعدل تصرفه 20.000 جالون / يوم ، والاكسجين الحيوي الممتص 2000مجم/ لتر ، فلو فرض ان هناك مشروع للمعالجة انشئ لمعالجة 30.000 جالون في اليوم وبطاقة معالجة 250 مجم / لتر ما هي النسبة **Bod** المئوية الخارجة من مصنع الشامبو .

الحل : -

معدل تصرف المصنع = 20.000 جالون / يوم

BOD للمصنع = 2000 مجم /لتر

معدل تصرف مشروع المعالجة = 30 ميجا جالون

BOD لمشروع المعالجة = 250 مجم /لتر

الحمل العضوي الكلي BOD بالرطل / يوم لمشروع المعالجة = 30× 250 × 8.34 = 62550 رطل BOD يوم

الحمل العضوي الكلي BOD بالرطل / يوم لمصنع الشامبو = 20× 2000 × 8.34 = 333.60 رطل BOD يوم

نسبة BOD المئوية = BOD للمصنع / BOD لمشروع المعالجة = 62.550/333.60 = 0.53 %

قياس الاكسجين الكيميائي المستهلك

Measurements of Chemical Oxygen Demand

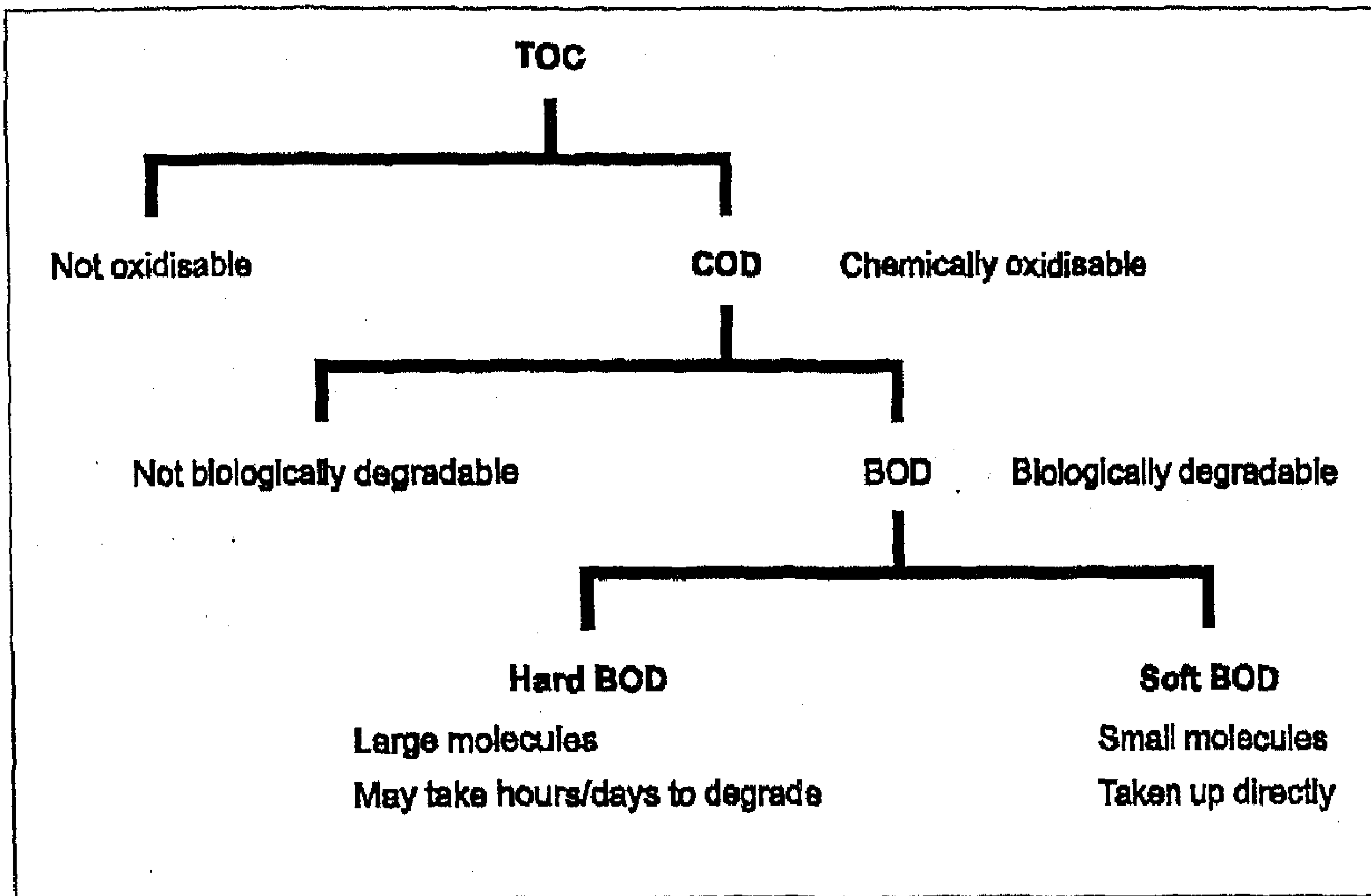
ويتم عمل الاختبار باستخدام مادة مؤكسدة قوية مثل كرومات البوتاسيوم او برمنجات البوتاسيوم ، ويضاف حمض الكبريتيك المركز مع مواد حافزة ومواد تعادل وجود الكلوريدات ، بحيث يوضع حجم معين من مياه المجاري مع المواد المؤكسدة وحمض الكبريتيك ليتم تسخينه وهضمها لمدة ساعتين في درجة حرارة 148 مئوية وبعد هذه الاكسدة يتم معايرة هذا الخليط بمادة مثل كبريتات الامونيوم الحديدية .

ويعد الأكسجين الكيمائي المستهلك اختبار سريع ودقيق لتحديد نسبة المواد العضوية الموجودة في مياه المجاري ، ويتميز اختبار الأكسجين الكيمائي بانه اسرع واكثر دقة من اختبار الأكسجين الحيوي المستهلك واكثر تعبيرا عن تركيز المواد العضوية في المياه .

العلاقة بين COD و BOD

لا توجد نسبة ثابتة بين الأكسجين الحيوي الممتص و الأكسجين الكيمائي المستهلك ويكون الأكسجين الكيميائي أكبر في القيمة من الأكسجين الحيوي لان الاكسدة الكيميائية تؤكسد وتحلل كل من المواد العضوية التي تتأكسد بالكائنات الحية والمواد العضوية التي لا تستطيع الكائنات الحية الدقيقة اكسدتها ، علاوة ان الأكسجين الحيوي المستهلك يعبر عن الأكسجين المستهلك في خمسة أيام .

والشكل الآتى يبين العلاقة بين بين انواع وصور الكربون العضوي المختلفة في مياه الصرف حيث يبين العلاقة بين الأكسجين الحيوي الممتص و الأكسجين الكيمائي المستهلك والكربون العضوي الكلي .



شكل رقم 6-1 العلاقة بين انواع وصور الكربون العضوي المختلفة في مياه الصرف

Figure Relationships between the organic carbon fractions in wastewater

المواد العالقة الكلية Total Suspended Solids

وتشمل كل المواد الطافية والمعلقة سواء علي سطح الماء او في داخله،وهذه المواد العالقة يمكن ان تنقسم الي نوعين ، الاول هو المواد السهلة الترسيب وهي التي تترسب تلقائيا في المياه عنما تكون المياه ساكنة قليلة الحركة وتقدر بحوالي 50 % من المواد العالقة ، بينما النوع الثاني هو المواد صعبة الترسيب وهي لا تترسب بسهولة او في وقت قصير نسبيا وتحتاج لوقت طويل لترسيبها وتمثل حوالي 50% من المواد العالقة .

وتعرف المواد العالقة معمليا بانها هي وزن المواد التي يمكن حجزها علي وسط ترشيح بعد تجفيفها في فرن درجة حرارته من 102 الي 105 مئوية ، وتقدر كميتها بالميليجرام في اللتر .

* عملية الحماءة المنشطة تزيل نسبة كبيرة من المواد العضوية الذائبة والمواد العالقة ، لذا فان ازالة هذين العنصرين يحدد كفاءة عملية المعالجة بدقة .

فالمواد العضوية الموجودة في المياه المعالجة الخارجة من المروقات النهائية تكون معها المواد العالقة التي قد تكون تسربت وخرجت مع المياه الخارجة من المروقات

ومن ثم فقياس وتحديد ازالة المواد العالقة لا يحدد فقط كفاءة المعالجة في ازالة المواد الصلبة بل يحدد ايضا مدي ازالة المواد العضوية .

المواد العالقة المتطايرة **Volatile Suspended Soilds**

وتنقسم المواد العالقة الكلية الي المواد العالقة الغير متطايرة

Non Volatile Suspended Solid

والمواد العالقة المتطايرة هي التي تقدر عندما توضع المواد العالقة التي تم تجفيفها في درجة حرارة 103 مئوية في فرن حرق درجة حرارته 550 مئوية ، وتتطاير جميع المواد العضوية منها بالحرق فكمية المواد التي تطايرت تحسب بالميليجرام في اللتر . (وتمثل المواد المتطايرة كل المواد العضوية سواء في صورة مركبات او خلايا ونواتج البناء والهدم العضوية للكائنات الدقيقة الحية وبقاياها وانسجتها الميتة) .

والمواد العالقة المتطايرة تمثل حوالي من 70 الي 80 % من المواد العالقة الكلية في مياه المجاري ومياه السائل المخلوط .

والمواد العالقة التي لم تحرق وظلت داخل فرن الحرق كما هي تعرف بالمواد العالقة الغير متطايرة وهي تمثل المواد الثابتة الغير عضوية وتدخل قيم المواد العالقة المتطايرة والغير متطايرة في حسابات التحكم في عمليات المعالجة المختلفة ودرجة ازالة والتخلص من المواد الصلبة .

طريقة قياس المواد العالقة Measurments of Suspended Solids

الاجهزة المستخدمة

- ميزان حساس (حساسية ثلاث ارقام علي الاقل)
- فرن تجفيف
- مضخة تفريغ وشفط
- مخبار مدرج
- بوتقة جوش للترشيح (او طبق مصنوع من الالمنيوم الرقيق) مثبتة علي دورق ترشيح
- ورق ترشيح (الياف زجاجية تستعمل في الترشيح)

طريقة تجهيز جفنة جوش للترشيح

1. توضع جفنة جوش علي دورق الترشيح وتوصل بمضخة التفريغ .

2. قرص ورق الترشيح (الالياف الزجاجية) في قاع الجفنة .
3. يغسل المرشح بكمية قدرها 200 مل من الماء المقطر .
4. تجفف الجفنه والمرشح في فرن التجفيف عند درجة حرارة قدرها 103 – 105 مئوية لمدة ساعة .
5. تبرد الجفنة في مجفف وتوزن فارغة.

التجربة:

6. ضع جفنة جوش المحتوية علي قرص الترشيح والتي تم وزنها فارغة علي دورق الترشيح الموصل الي طلمبة التفريغ طبقا لما تحتويه العينة من مواد عالقة إبدا بترشيح مقدار من العينة يتراوح بين 50 مليليتر الي 100 مليليتر
7. اغسل المواد المتبقية علي قرص الترشيح بالماء المقطر ثلاث مرات .
8. تجفف الجفنة بما تحتويه من مواد عالقة عند درجة حرارة 105 مئوية حتي تعطي وزنا ثابتا (من 1 الي 3 ساعة).
9. توزن الجفنة بعد تبريدها في مجفف ويشمل وزنها بما تحتويه من مواد عالقة .

الحساب

سوف تعطي مثالا لذلك:

كمية العينة المرشحة 100 مليليتر

وزن الجفنة وورقة الترشيح والمواد العالقة 1150.0 مجم

وزن الجفنة وورقة الترشيح 1171.0 مجم

وزن المواد العالقة في 100 مل 1171-1150 = 21 مجم

تركيز المواد العالقة = 21 × 1000÷100 = 210 مجم / لتر

المواد القابلة للترسيب Settlable Solids

وهي المواد الثقيلة في الوزن ويتم رسوبها في القاع عندما تقل سرعة تيار مياه المجاري.

بكتريا التأزت ، وتعمل المواد المسببة لقلوية المياه (الكربونات والبيكربونات) كعامل اتزان مهم لمعادلة اية تغيرات لتركيز ايون الهيدروجين في المياه .

وعمليات المعالجة بطريقة الحماءة المنشطة تتم غالبا في مدي معين لقيمة الاس الهيدروجيني بين 6.5 الي 7.5 ويختلف تاثير الانواع البكتيرية المختلفة للتغير في قيمة الاس الهيدروجيني إلا أن أكثرها حساسية هي بكتريا التأزت كما ذكرنا سابقا.

وللمواد المسببة للقلوية دور هام في عمليات تثبيت النتروجين فخلال عملية تحول الأمونيا الي نترات فأنه يتم استهلاك كمية كبيرة من القلويات (المركبات المسئولة علي القلوية) ، فيستهلك 8.65 مليجرام من البيكربونات لأكسدة مليجرام من الأمونيا الي نترات ، فبكتريا التأزت تعتمد علي الكربونات والبيكربونات كمصدر من مصادر الكربون التي تحتاجها في نموها ونشاطها .

ولهذا تقاس القلوية الكلية خلال مراحل المعالجة المختلفة بداية من مياه المدخل ونهاية الي مياه المخرج حيث ان معدل تناقص المواد المسببة للقلوية (الكربونات والبيكربونات) خلال مراحل المعالجة يدل علي سير نظام المعالجة في طريق حدوث التأزت النيترة (تحويل الامونيا الي نترات).

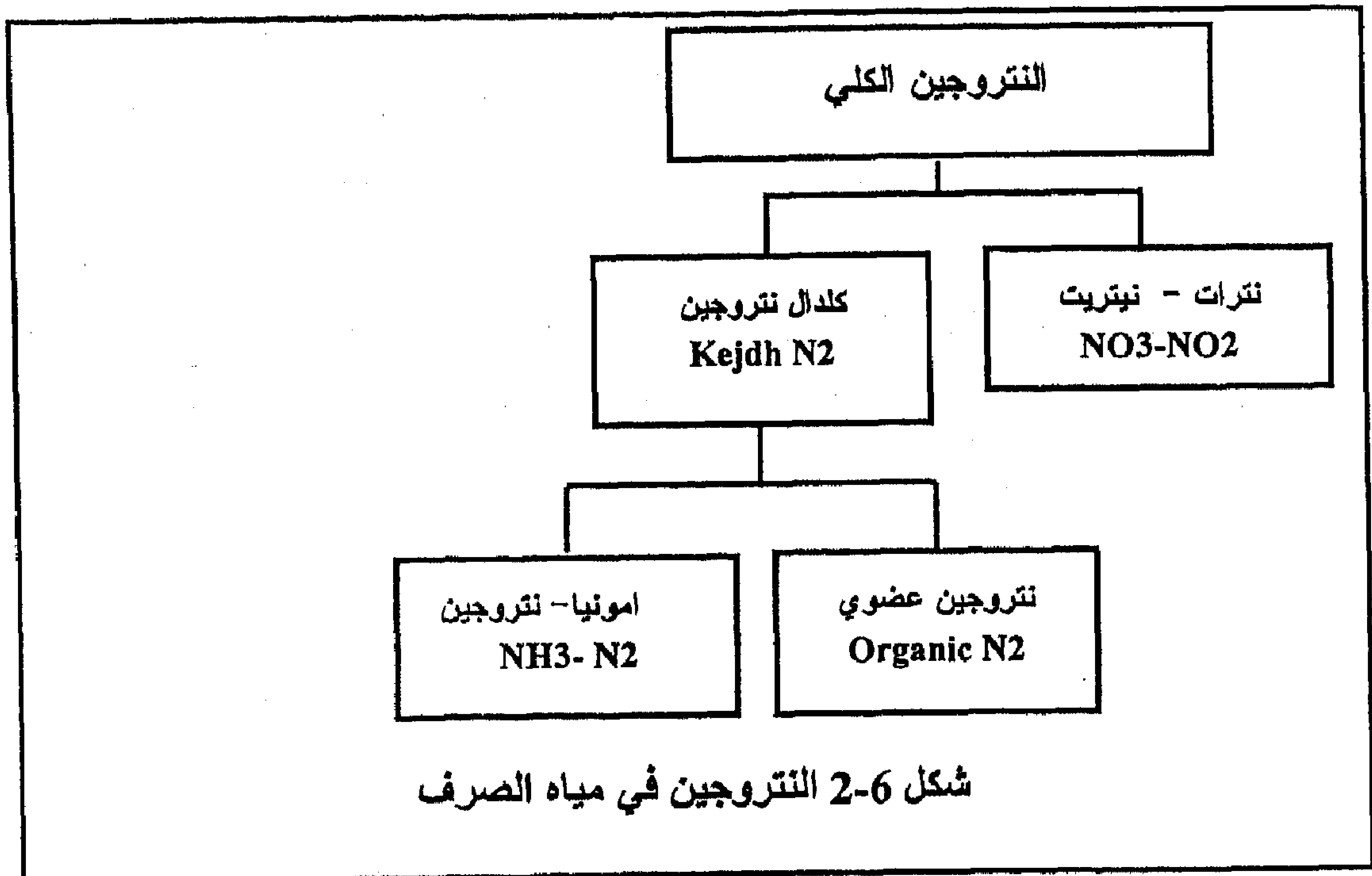
النتروجين الكلي Total Nitrogen

تنتج كثير من المصانع مخلفات سائلة تحتوي علي كثير من المواد النتروجينية. فمصانع الاسمدة مثلا تنتج كميات من الامونيا في مياه الصرف وللنتروجين اهمية كبري كحجر اساس في سلسلة البروتين (الخلايا والانسجة)، فان بيانات النتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف الصناعي للمعالجة البيولوجية .

فعدم وجود النتروجين بشكل كاف يثبط معظم عمليات المعالجة البيولوجية فلذلك عند نقصه يضاف لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة . ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة للمياه المعالجة فإن اختزال النتروجين أو ازالتة من مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة .

ويشمل النتروجين الكلي والمستخدم كمؤشر شائع علي العديد من المركبات مثل الامونيا وايون الامونيوم والنترات والنتريت واليوريا والنتروجين العضوي (الاحماض الامينية والامينات).

والمخطط الآتى يبين تقسيم النتروجين الموجود في مياه الصرف



شكل 6-2 النتروجين في مياه الصرف

الفسفور Phosphorous

الفسفور من العناصر الشائعة في بعض مخلفات مياه الصرف الصناعي وخاصة صناعات الاسمدة والمركبات الكيميائية ، كما يعتبر الفسفور ضروري لنمو الطحالب وكثير من الكائنات الحية الدقيقة وعملية قياس وتقدير الفسفور هامة جدا لمياه الصرف الصناعي وخاصة عندما تشمل معالجة مياه الصرف معالجة بيولوجية ، ويكون الفسفور العضوي احد اهم المكونات لمياه الصرف الصحي والحماءة ، والفسفور كاحد المغذيات الهامة اللازمة لنمو وتكاثر البكتريا لذلك فهو عنصر هام للمعالجة البيولوجية ويؤدي نقصه في مياه الصرف الصحي وخاصة نسبته الي النتروجين والي الاكسجين الحيوي المستهلك الي حدوث مشاكل في عمليات تشغيل العمليات البيولوجية وخاصة الحماءة المنشطة.

(نسبة النتروجين والفسفور الي الأكسجين الحيوي المستهلك لابد ان تكون 5 نتروجين : 1 فسفور لكل 100 اكسجين حيوي مستهلك

(BOD : N : P 100 : 5 : 1)

الكبريت Sulfer

الكبريت من العناصر الشائعة في بعض مخلفات مياه الصرف الصناعي وخاصة صناعات الاسمدة والمركبات الكيمائية وقد يتخلف عن بعض الصناعات البترولية والبتروكيميائية كثير من المركبات الكبريتية .

يتم اختزال الكبريتات حيويا في الظروف اللاهوائية الي الكبريتيد ، والذي بدوره يمكن ان يرتبط بالهيدروجين ليكون كبريتيد الهيدروجين حيث يتصاعد هذا الغاز في الهواء المحيط بمياه الصرف وكذلك يتجمع فوق سطح المياه بالمواسير . ويمكن لغاز كبريتيد الهيدروجين المتراكم ان يتأكسد حيويا داخل الشبكات ويتحول الي حامض الكبرتيك والذي يسبب تآكل مواسير الحديد وكذلك المعدات والمهمات الميكانيكية .

6-1-3 مؤشرات تشغيل العمليات

عادة يتم التعبير عن مؤشرات الصرف بحساب حمل التلوث في وحدة الزمن. وفي بعض الأحيان يتم التعبير عنها في صورة الحمل لكل طن من المنتج أو في صورة نسبة مئوية تعكس كفاءة المعالجة. وتنحصر هذه المؤشرات في تسجيل الآتي:

- البيانات الكلية للمدخلات والمخرجات وتمثل توسط القياسات خلال شهر واحد وتدون بمعدل ربع سنوي (كل 3 أشهر).
- بيانات الاستهلاك لكل متر مكعب من المياه المعالجة.

ويمكن استخدام بيانات الاستهلاك الأساسية التالية كنقطة بداية ثم يتم التوسع مستقبلا لتغطية جميع المؤشرات الأخرى:

- كمية الكيماويات المستخدمة لكل م^3 من المياه المعالجة وتكلفتها (جنيه/م^3).
- الطاقة المستهلكة وتكلفتها (جنيه)
- التكلفة الكلية (جنيه/م^3)

قياسات التدفق:

إن قياس التدفق الكلى لمياه الصرف الصناعي يعد من المؤشرات الأساسية فى تشغيل محطة المعالجة. وللأسف فلا توجد أى محاذير لكيفية إجراء القياس ووقته، وغالبا ما يتم قياس معدل التدفق للمياه عن طريق أجهزة **venturi** أو بنسبة أقل باستخدام الطرق المغناطيسية أو الفوق صوتية. هذا ويتم صيانة أجهزة القياس عدة مرات فى السنة مع معايرتها بصفة دورية.

ولضمان الحصول على نتائج دقيقة للقياسات، يجب إجراء صيانة دورية ومعايرة للأجهزة. ولذلك يجب توخي الحذر عند إنشاء نظام القياس حيث أن أي خطأ بسيط في

اختيار موقع القياس أو موقع الأجهزة قد يؤدي إلى ظهور نتائج خاطئة. كما أنه يوجد عدة عوامل أخرى قد تسبب خطأ في القياس مثل اتساخ أجهزة القياس أو اختلاف درجة الحرارة أثناء اختبار العينة.

وتعتبر عملية تقييم الخطأ الكلى للعينة عملية صعبة جدا حيث أنها يجب أن تتضمن جميع العوامل السابقة الذكر.

ويوضح الجدول رقم (6-4) طرق المعالجة الأساسية ومؤشرات التشغيل والالتزام الخاصة بها.

جدول (6-4): تكنولوجيات المعالجة الأساسية ومؤشرات الرصد

نوع المعالجة	مؤشرات التحكم في التشغيل	مؤشرات الالتزام
-المصافي	- المواد الصلبة العالقة T.S.S - معدل التدفق - الخبث - انخفاض في الضغط	- المواد الصلبة العالقة
-CPI، API فاصل الزيوت	- الزيوت والشحوم الحرة - معدل التدفق	- الزيوت والشحوم الحرة
- عملية تساوى مياه الصرف	- زمن الاستبقاء	- العكارة
-أحواض الترسيب	- المواد الصلبة العالقة - الأكسجين الكيميائى المستهلك	- المواد الصلبة العالقة
- فاصل الـ Lamella	- المواد الصلبة العالقة - معدل التدفق - الخبث	T.S.S- المواد الصلبة العالقة
- المعالجة بتعويم الهواء المذاب (DAF)	- الزيوت والشحوم - المواد الصلبة العالقة - الجرعات الكيميائية - معدل التدفق - ضغط الهواء	T.S.S- المواد الصلبة العالقة - الزيوت والشحوم الكلية - الأكسجين الكيميائي المستهلك
- المعالجة التقليدية بالحماءة النشطة	-MLSS - كمية المغذيات - الترسيب -MLVSS	COD- الأكسجين الكيميائى المستهلك BOD- الأكسجين الحيوى الممتص - المغذيات

نوع المعالجة	مؤشرات التحكم في التشغيل	مؤشرات الالتزام
	- مستوى الأكسجين الذائب - تدفق الهواء	
- التهوية لمدة طويلة	-MLSS - كمية المغذيات - الترسيب -MLVSS - مستوى الأكسجين الذائب - تدفق الهواء	COD- الأكسجين الكيميائى المستهلك BOD- الأكسجين الحيوى الممتص
- الأحواض المهواة	- مستوى الأكسجين الذائب	BOD- الأكسجين الحيوى الممتص
- مفاعلات المتتابعة الدفعية SBR	- زمن الاستبقاء - تدفق الهواء - توزيع فقاعات الهواء - مستوى الأكسجين الذائب	BOD- الأكسجين الحيوى الممتص COD- الأكسجين الكيميائى المستهلك - المواد الصلبة العالقة
- المرشحات الزلطية	- المغذيات - مستوى الأكسجين الذائب - تدفق الهواء	COD- الأكسجين الكيميائى المستهلك BOD- الأكسجين الحيوى الممتص
- الأبراج البيولوجية	- مستوى الأكسجين الذائب - المغذيات - زمن الاستبقاء - تدفق الهواء -MLSS -MLVSS	COD- الأكسجين الكيميائى المستهلك BOD- الأكسجين الحيوى الممتص
- المعالجة البيولوجية اللاهوائية	- إنتاج الميثان - مستوى كبريتيد الهيدروجين	BOD- الأكسجين الحيوى الممتص COD- الأكسجين الكيميائى المستهلك

الباب السادس

6

تشغيل محطات الصرف الصناعى

الفصـــل الثانـــى

2-6 تأثير صرف المخلفات الصناعية علي شبكة المجاري العامـة وعلـي محطات المعالجة

3-6 أمثلة لبعض مشاكل عمليات المعالجة وطرق علاجها

4-6 تقييم أداء محطات معالجة الصرف الصناعي

5-6 رصد جودة المياه والضوضاء وانبعاثات الروائح

6-6 رصد عمليات معالجة الحمأة وجودتها

2-6 تأثير صرف المخلفات الصناعية علي شبكة المجاري العامة وعلي محطات المعالجة

بعد أن اتسع نطاق القطاع الصناعي و انتشرت المنشآت الصناعية ذات المنتجات المتنوعة، أصبحت البيئة أكثر تعرضا للضرر من جراء الملوثات المختلفة التي تطرحها تلك المنشآت ومنها مياه الصرف الصناعية و التي يختلف وضعها من صناعة لأخرى نتيجة لاختلاف المواد الأولية اللازمة للصناعة والمواد الناتجة أو المصنعة .. وهناك عدة طرق لمعالجة المياه الصناعية الملوثة مياه الصرف الصناعي والمخلفات الصناعية تؤثر علي شبكة المجاري العامة وعلي محطات معالجة المياه الصرف الصحي إذا وصلت تلك المخلفات إلي تلك المحطات دون معالجة جيدة ، كما أن هذه المخلفات تؤثر علي جودة ونوعية كل من المياه الناتجة من محطات المعالجة والحماءة المنتجة أيضا .

والصرف الصناعي يؤثر بصورة كبيرة علي وحدات المعالجة التمهيدية والابتدائية والثلاثية ، وكلما زاد تعقيد المهمات والمعدات لوحدات المعالجة كلما كان التاثير أكبر وأوضح .

وتعد المعالجة الثانوية (البيولوجية) أكثر المراحل حساسية للمخلفات الصناعية ، فنظم المعالجة بالحماءة المنشطة والنيترة وعكس النيترة والهضم اللاهوائي تتأثر وربما قد تنهار بفعل التركيزات العالية من المواد السامة مثل العناصر الثقيلة والتي قد تتواجد بصورة كبيرة في انواع معينة من الصرف الصناعي .

وهنا يقع عبء علي المشغل، فالمشغل الجيد يمكنه التعرف علي طبيعة الصرف القادم بالملاحظة البصرية الجيدة، وإذا كان هذا الصرف طبيعيا أم لا وهل مكن ان يسبب مشاكل في التشغيل والمعالجة أم لا، ومن ثم يستطيع اتخاذ الاجراء المناسب لمعالجة ذلك وأيضا المفتش الصناعي بدوره يبحث عن الخلل الصناعي ويصححه من مصدره الرئيسي حتي لا يتفاقم ويسبب أضرارا كبيرة يصعب تحملها.

وتنقسم التأثيرات التي تؤثر علي شبكة المجاري العامة إلى الآتي :-

1. التأثير علي أنظمة التجميع **Affect on collection systems**
2. التأثير علي الحمل الهيدروليكي **Hydraulic Capacity Pproblems**

3. مشاكل التغير في الرقم الهيدروجيني pH Changes

4. تأثير المواد الملتهبة Flammables Effect

5. تأثير الحرارة Temperature Effect

1- التأثير علي انظمة التجميع Affect on collection systems

قد تصرف مياه الصرف الصناعي وحدها علي الشبكة العامة للمجاري أو تصرف متحدة مع مخلفات أخري أو مع مياه المجاري نفسها ، ومياه الصرف الصناعي قد تسبب خللا او مشاكل في نظام تجميع مياه الصرف وخطوط الشبكة العامة ومن اهم تلك المشاكل الآتية :- الانسداد – انبعاث الروائح النفاذة الكريهة – تآكل المعدات الميكانيكية – حدوث الانفجارات – الحرائق

ومع ذلك قد يحتوي الصرف الصناعي علي مواد لها تأثير ايجابي علي نظام التجميع مثل التركيزات المنخفضة من الحديد والعناصر الثقيلة والتي تساعد علي التحكم في تولد كبريتيد الهيدروجين .

وايضا صرف المياه الباردة ينتج عنه تسارع في معدل التدفق للمواسير والخطوط التي بها تدفق أقل من اللازم .

2- التأثير علي الحمل الهيدروليكي Hydraulic Capacity Problems

صرف كميات كبيرة من المخلفات الصناعية يمكن أن يسبب حملا زائدا علي مواسير وخطوط الصرف وعبئا علي مضخات الرفع والتجميع .

ولحل هذه المشكلة ينصح للمصانع بتخزين مخلفاتها وصرفها تدريجيا أو في أوقات التصرف الدنيا(الصغري) مما لا يشكل عبئا علي وحدات المعالجة ، وأيضا انشاء خزانات التساوي والتي تضبط معدل التدفق لمياه الصرف الصناعي وحماية شبكة المجاري من الاحمال الهيدروليكية العالية .

مشاكل الانسداد

لابد ان تصمم وحدات المعالجة التمهيدية بحيث تمنع الصرف المحتوي علي كميات كبيرة من الالياف والمواد الصلبة الثقيلة والمواد الغريبة كبيرة الحجم والمواد اللاصقة وكميات الشحوم الكبيرة من الوصول الي باقي وحدات المعالجة ، فكل هذه المواد نعمل علي انسداد مواسير وخطوط الصرف وشبكة المجاري بصفة عامة .

مشاكل الروائح

هناك كثير من الصناعات التي يتولد عنها مخلفات من الصرف الصناعي ذات الروائح القوية النفاذة مثل صناعات تكرير البترول والبتروكيماويات وعديد من الصناعات الغذائية .

وغالبا تتولد الروائح من المركبات الكبريتية (المحتوية علي كبريت) مثل كبريتيد الهيدروجين ومركبات المركبتان .

ومشكلة كبريتيد الهيدروجين أنه قد يتحول الي حمض الكبريتيك الذي يسبب تآكلا لمواسير وخطوط الصرف ومحطات الرفع والضخ ومعظم المهمات الميكانيكية .

والحل الأولي لمعالجة مشاكل الروائح هو التحكم الجيد في عمليات التشغيل والتصنيع لتقليل ومنع المركبات الكبريتية المتصاعدة من الصناعة .

ومن الحلول الاخري لمعالجة مشاكل الروائح هو معالجة المخلفات بالاكسجين او كلورتها (بغاز الكلور) قبل صرفها علي الشبكة العامة للمجاري ، فالاكسجين يمنع اختزال الكبريت الي كبريتيد الهيدروحين وكذلك الكلور الذي هو مؤكسد قوي يؤدي لنفس الغرض ويحول الكبريت الي كبريتات بالاكسدة والتي تعد من المركبات غير الضارة .

3- مشاكل التغير في الرقم الهيدروجيني pH Changes

الرقم الهيدروجيني يعبر عن قلوية او حموضة مياه الصرف والمدي المقبول من الرقم الهيدروجيني لمياه الصرف الصناعي هو 6-9 ، فمواد بناء المحطات والبلاعات ومواسير وخطوط الصرف ومحطات الضخ والرفع تتحمل هذا المدي من الرقم الهيدروجيني ، ومواد البناء هذه يمكنها ان تتحمل قليلا الصرف ذو الطبيعة القلوية بصورة افضل من الصرف المحتوي علي مواد اكالة حمضية ، فالاحماض تسبب تأكلا للخراسانات وحديد البلاعات ومواسير الصرف وكذلك خراسانات الاحواض والخزانات .

فصرف الاحماض لمياه الشبكة العامة من خلال التسرب أو الانسكاب أو بواسطة معدات معينة أو فشل في وظائف أجهزة معينة داخل نظم المعالجة يؤدي إلي تغير حاد في قيمة الرقم الهيدروجيني مسببا تلفا ودمار في نظام التجميع .

والأحماض العضوية مثل حمض الخليك وحمض الماليك والبنزويك لها تأثير أضعف علي شبكة المجاري من الأحماض المعدنية ولكن إذا وصلت قيمة الرقم الهيدروجيني إلي 4 فإنها تسبب تآكلا لمواسير الشبكة .

والقلويات القوية مثل الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية يمكن أن تسبب تآكلا لشبكة المجاري ومحطات الضخ والرفع .

فالالمونيوم الذي يدخل في صناعة بعض المهمات الميكانيكية لوحدات المعالجة يتأثر بقيم الرقم الهيدروجيني الغالية > 9 ، وايضا ازدياد الرقم الهيدروجيني يؤدي الي ترسيب عدد كبير من المعادن والاملاح مثل أملاح الكالسيوم مسببا تراكم للمواد الصلبة المرسبة داخل شبكة المجاري .

ولهذا فان احواض التعادل مهمة جدا لمعادلة مياه الصرف في مراحل المعالجة التمهيدية مما يحمي شبكة المجاري الداخلية وللصرف القلوي ربما يكون له فائدة حيث يمكن ان نزيل الطبقة الهلامية اللاهوائية من مواسير المجاري وخطوط الصرف .

الكلور العالي التركيز جدا في مياه الصرف هو بطبيعته مادة أكالة للمواسير وينتج الكلور ذو التركيز العالي جدا في مصانع الطلاء للوصول الي التركيزات المناسبة من املاح السيانيد . وعموما 40- 50 مجم / لتر من الكلور الزائد يؤدي لتآكل وصدأ المعدات ويكون خطرا علي العاملين في محطات الضخ .

4- تأثير المواد الملتهبة Flammables Effect

تأثير المواد الملتهبة له نفس تأثير الاحماض القوية والقلويات القوية والمواد الاكالة، فالجازولين والكيروسين ووقود الطائرات والهكسان المستخدم في استخلاص زيت الصويا والمسئول عن الانفجارات القوية لخطوط ومواسير مياه الصرف مسببا ضياع الملايين من الجنيهات وفقد الارواح والاعمال .

وعموما فالوقود والمذيبات التي تذوب بصعوبة في الماء والتي لها كثافة نوعية اقل من الماء تطفو فوق سطح المياه وتتراكم بسرعة بطيئة في خطوط الصرف وعند مضخات الرفع والضخ معطية فرصة لحدوث الحرائق والانفجارات .

وتعرض خطوط الصرف الي المواد السامة المتطايرة الغير ممتزجة مع الماء مثل الاسيتون وبعض الكيتونات والكحول الايزوبروبيلي يعرض العاملين بمحطات المعالجة إلي الآثار السامة لتلك المواد، ولو تركزت هذه المواد بصورة كافية فإنه قد يؤدي لحدوث انفجار في الجو وخاصة عند وصولها لوحدات المعالجة البيولوجية الثانوية والتي تستخدم الاكسجين النقي في عمليات الحماءة المنشطة .

5- تأثير الحرارة Temperature Effect

تستخدم الحرارة في العمليات الصناعية لاسراع معدل التفاعلات الكيميائية ومن ثم يولد منتج ذو حرارة او مخلف حراري يجب تبريده، ولهذا الصرف الصناعي ذو الحرارة المرتفعة ينشأ من وحدات التحكم في التفاعلات الكيميائية وكناتج جانبي من وحدات توليد الطاقة .

مجري مياه المجاري تعمل كمبادل حراري مع المياه القادمة من الصرف الصناعي ومن ثم تقوم بخفض حرارته و تبريده ويجب منع المواد الصلبة (الاملاح) المتراكمة من التراكم داخل الغلايات حتي لا تنسد انابيب الغلايات وخطوط البخار.

والصرف الصناعي الحراري يسبب الكثير من مشاكل لوحدات تجميع المياه منها – تصاعد الغازات – تصاعد الروائح- ارتفاع درجة حرارة المضخات والماكينات الدوارة بصورة كبيرة- قتل وتعقيم الكائنات الحية والكائنات الحية الدقيقة والتي لها دور رئيسي في عمليات المعالجة الثانوية (البيولوجية) لمياه الصرف .

التأثير علي أنظمة المعالجة

كما قلنا الصرف الصناعي غير المنضبط وغير المتحكم به يدمر نظام المعالجة ومعدات المشروع ، وبطريقة او باخري يحدث ضررا لنظام تجميع وضخ مياه الصرف .

فالكميات الكبيرة من مياه الصرف يمكن ان تتخطي قدرة المضخات التشغيلية ، كما ان الصرف المحتوي علي مواد كبيرة الحجم تحدث انسدادا للمصافي والطلمبات.

وحدات الترسيب ووحدات المعالجة البيولوجية تعمل بثبات وتشغل في ظروف جيدة عند ثبات معدل التدفق والتصرف الداخل والخارج اليها ومنها وايضا ثبات الحمل الهيدروليكي ، ومن ثم فان اية تغير او حيود في الحمل الهيدروليكي او اية صرف سريع ممكن ان يخفض من كفاءة تلك الوحدات .

ولهذا فان عمل احواض التساوي والموازنة للتغلب علي الصرف الزائد للمخلفات الصناعية .

التداخل Interference

حددت وكالة حماية البيئة الامريكية ووزارة البيئة المصرية المواد التي تتداخل مع بعضها البعض ، وانواع الصرف التي تتداخل مع بعضها البعض سواء صرفت هذه المواد وحدها او بالارتباط مع مواد اخري غيرها .

والجدول الآتى يبين ويسرد الانواع المختلفة من الصرف الصناعي والتي يمكن ان تتداخل مع الصرف الصحي والتغيرات التي تحدثها علي عمليات المعالجة المختلفة

جدول 6-5

مصدر الصناعة	الملوث او العنصر	اثر الملوث علي عمليات المعالجة
صناعة الاسطح والالواح المعدنية	1. عناصر ثقيلة	1- تخفض او توقف النشاط البيولوجي وتخفض من معدل الازالة والتخلص البيولوجية للمعالجة الثانوية والمعالجة اللاهوائية . 2- تمنع اعادة استخدام الحماءة المنتجة .
	2. المذيبات الكلوارنية	1- تخفض او توقف النشاط البيولوجي وتخفض من معدل الازالة والتخلص البيولوجية للمعالجة الثانوية والمعالجة اللاهوائية. 2- تعرض العاملين بوحدات المعالجة للغازات السامة .
	3. الاحماض	1- تدمر الميكروبات . 2- تحدث خللا في الهاضمات اللاهوائية. 3- تخفض من انتاج غاز الميثان 4- تحدث تآكلا للمعدات والهياكل المعدنية
2- نظافة وغسيل وصيانة المعدات - الصناعات الغذائية	1. منظفات	1- رغوة في وحدات المعالجة البيولوجية 2- تقلل من الخواص الترسيبية الجيدة للمياه وتقلل من كفاءة عمليات نزع وتجفيف المياه .
3- انتاج زيوت بترولية - تكرير او حقن	1. زيت	1- يؤثر علي الترسيب الجيد 2- الزيوت سامة للبكتريا اللاهوائية والكميات الكبيرة من الزيوت

		تقلل من انتاج غاز الميثان . 3- عرضة للانفجار عند استخدام الاكسجين النقي في عمليات الحماءة النشطة .
	2. المواد الملتهبة	1- تخفض او توقف النشاط البيولوجي وتخفض من معدل الازالة والتخلص البيولوجية للمعالجة الثانوية والمعالجة اللاهوائية . 2- انفجار عند التراكم .
	3. الكبريتيد (انتاج زيت البترول)	1- سام للعاملين في وحدات المعالجة . 2- رائحة نفاذة كريهة . 3- زيادة في معدل الاكسجين المطلوب للتهوية وزيادة في تشغيل نافخات الهواء .
	4. الاملاح	1- انخفاض معدل انتقال وتبادل الاكسجين . 2- تثبيط النشاط البيولوجي .
4- عمليات التصنيع الغذائي	مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيا BOD	1- زيادة في معدل الاكسجين المطلوب للعمليات البيولوجية . 2- يغير في بيولوجية البيئة البيولوجية مسببا مشاكل في الترسيب. 3- تصاعد بعض الروائح .
5- الكيماويات العضوية	1. استيتون - والكحول الايزوبروبيلي	1- يؤثر علي الكائنات الدقيقة 2- تعرض العاملين بوحدات المعالجة للغازات السامة .
6- وحدات الخدمات (	1. حرارة متوسطة دافئة	1- يزيد معدل الترسيب والنشاط البيولوجي وعمليات الازالة والتخلص

الطاقة – الكهربـــاء – الغلايـــات ابـــراج التبريد)	**2- حرارة عالية**	**1- تعتمد علي نقطة الصرف.** **2- يغير في بيولوجية وكفاءة المعالجة البيولوجية** **3- يعجل من تصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين مسببا روائح وتاكل للمعدات .**

تغير خواص مياه المدخل Variation in Inlet

تقاس خواص المدخل بعديد من الاختبارات اهمها **pH** ، التوصيلية الكهربية ، الحرارة ، وهذه القياسات تحدد اية تغيرات تحدث في مكونات وتركيب مياه المدخل وذلك لتلافي اية صعوبات ومشاكل يمكن ان تحدث في التشغيل والمعالجة جراء هذه التغيرات .

وعموما كلما كانت التغيرات كبيرة كلما كانت المشاكل المتولدة عنها كثيرة .

فمثلا تغير يحدث بقيمة 1 فقط ل **pH** يعني ان هناك تغير في تركيز الاحماض الواردة من مياه الصرف مقداره عشرة اضعاف والمدي المناسب لمياه الصرف يتراوح بين 6.0 الي 8.5 واقل من ذلك او اكثر يعد غير مناسب لمعظم الانواع البكتيرية الموجودة في مياه الصرف الصحي .

والتغير في قيمة التوصيلية الكهربية يدل علي زيادة او نقصان في كمية الاملاح الذائبة ، وهذا يعتمد علي مصدر المياه ومعدل الترشيح من المياه الجوفية .

ومياه الصرف في الظروف العادية تحتوي علي قيم للتوصيلية تقدر 2500 ميكروموه ، ومحطات المعالجة يمكنها تحمل مدي للتوصيلية يتراوح بين 2000 الي 3500 ميكروموه ، واذا زادت القيمة عن 4000 ميكروموه فان ذلك يدل علي ورود صرف صناعي .

التأثير علي التخلص واعادة الاستخدام Affect on Disposal and Reuse

هناك مكونات قد تتواجد في مياه الصرف الصناعي تؤثر علي عملية التخلص من مياه الصرف المعالجة وعلي اعادة استخدامها في اغراض معينة ، فبعض هذه المكونات قد تحد من عمليات استخدام هذه المياه في اغراض الري والزراعة واستصلاح الاراضي .

فمثلا كميات صغيرة من المواد العضوية السامة الممتزجة مع الماء مثل الكحولات وبعض الكيتونات يمكن لوحدات المعالجة ان تستوعبها وخاصة وحدات المعالجة الثانوية ، بينما العناصر الثقيلة تعوق عملية استخدام هذه المياه في اغراض الري والزراعة ، وايضا المواد العضوية السامة التي لا تمتزج مع الماء مثل المبيدات ومبيدات الاعشاب تعوق عملية استخدام هذه المياه في الزراعة نظرا لسميتها الشديدة .

والجدول الآتى يبين تركيزات العناصر الثقيلة التي يمكن لنظام المعالجة بطريقة الحماءة المنشطة تحملها واستيعابها داخل المحطة دون ضرر علي كفاءة المعالجة وايضا التركيزات القصوي التي لا يمكن لنظام المعالجة استيعابها.

جدول رقم 6-6

العنصر	التركيزات التي يمكن ان تسبب ضررا للحماءة المنشطة	
	التركيزات المستمرة التي يمكن تحملها لو وجدت يوميا	التركيزات القصوي التي لا يمكن تحملها علي المدي الطويل والقصير
الكادميوم	1 مليجرام / لتر	10 مليجرام / لتر
الكروم	2 مليجرام / لتر	2 مليجرام / لتر
النحاس	1 مليجرام / لتر	1.5 مليجرام / لتر
الحديد	35مليجرام / لتر	100 مليجرام / لتر
الرصاص	1مليجرام / لتر	————
المنجنيز	1 مليجرام / لتر	————
الزئبق	0.002مليجرام / لتر	0.5 مليجرام / لتر
النيكل	1مليجرام / لتر	5 مليجرام / لتر
الفضة	0.03مليجرام / لتر	0.25 مليجرام / لتر
الزنك	1 الي 5 مليجرام / لتر	25 مليجرام / لتر
الكوبالت	أكبر من 1 مليجرام / لتر	
السيانيد	1 مليجرام / لتر	1 الي 10 مليجرام / لتر
الزرنيخ	0.7 مليجرام / لتر	

ولهذا لو تم التحكم في المكونات السامة للصرف الصناعي من الموقع أي داخل المصنع نفسه وخلال عمليات التصنيع فان كمية وتركيز المواد السامة الواردة لشبكة المجاري العامة سوف تنخفض جدا وفي هذه الحالة يمكن استخدام المياه المعالجة الناتجة واعادة تدويرها بامان تام ، كما يمكن استخدام الحماءة الناتجة (الرواسب الصلبة) كمخصب زراعي جيد للاراضي الجديدة الفقيرة في المادة العضوية .

والدراسات الحديثة الآن اثبتت أنه يمكن عمل معالجة ثلاثية متقدمة للمياه المعالجة الناتجة من المعالجة الثانوية للحصول علي مياه اكثر نقاء تستخدم بامان تام في زراعة المحاصيل الغذائية والفواكه واستصلاح الاراضي ، والحماءة يمكن خلطها مع مادة مالئة ويعمل منها الكومبوست الزراعي .

3-6 أمثلة لبعض مشاكل عمليات المعالجة وطرق علاجها وعلاج حالات الخلل والتوقف في المحطة

يمكن للعاملين على الرصد الذاتى تحديد أهم العوامل المسببة لتوقف محطات المعالجة بالمؤشرات الآتية:

- الروائح الكريهة والانبعاثات الغازية بسبب:
  - ازدياد التحلل اللاهوائى فى أحواض الترسيب.
  - تراكم قطع المخلفات الصلبة وخلافه على المصافي الرأسية.
  - مشاكل التشغيل وعدم صيانة المرشحات البيولوجية والمروقات ومعدات تثخين وتجفيف الحماءة.
- اللون الأسود لمياه الصرف الغير معالجة مع وجود رائحة كريهة يدل على أن جزء من الصرف لا يتدفق كما ينبغي بسبب السريان البطيء أو بسبب تراكم الحماءة أو المواد الصلبة.
- وجود طبقة سميكة من الرغاوى الزيتية الداكنة اللون تغطى السطح الكامل لتنكات التهوية عادة يدل على أن الحماءة قديمة جدا وربما أيضا تم أكسدتها **(Over-oxidized)**.
- وجود كمية كبيرة من الرغاوى البيضاء فى تنكات التهوية ربما يكون بسبب الحماءة الحديثة. يجب زيادة عمر الحماءة من خلال خفض معدل التخلص من الحماءة.

- وجود فقاقيع الهواء على سطح تنكات التهوية يدل على كفاءة نشاط الحماءة البيولوجية.
- وجود لون بنى داكن جدا مع رائحة كبريتيد الهيدروجين فى تنكات تهوية الحماءة النشطة دليل على ضعف (فقر) الأكسدة أما اللون البني الداكن مع رائحة المياه المؤكسدة فى تنكات التهوية فيدل على كفاءة عمل النظام.
- الطفح فى منطقة وحدات المعالجة يدل على وجود انسدادات فى المصافي أو أحواض حجز الرمال أو مواسير سحب الرواسب من تنكات المعالجة البيولوجية بسبب تراكم الأعشاب المائية والخبث (slime).
- زيادة المياه فى المرشحات يدل على عدم تناسب أحجام ومقاسات حبيبات الرمال والزلط ووجود طبقات ذات أحجام صغيرة بين حبيبات الزلط الكبيرة.
- انتشار الذباب فى منطقة المرشحات البيولوجية يدل على التوزيع السيئ لمياه الصرف على حوائط المرشحات وانخفاض الحمل الهيدروليكي.
- الضوضاء تدل على عدم الاهتمام الكافي بصيانة الأجهزة والمعدات الميكانيكية.

يجب فحص النقاط التالية لضمان سير عملية المعالجة بشكل طبيعي:

- مواصفات مياه الصرف الداخل إلى محطة المعالجة (أثناء أعلى معدلات للتشغيل أو أثناء الغسيل).
- خط صرف التغذية لمحطة المعالجة بالمقارنة بخريطة شبكة الصرف لاحتمال وجود أى خط احتياطي للصرف خارج مباشرة إلى المجارى العمومية.

كما يمكن لمسئولي التشغيل التأكد من نتائج التحاليل المشكوك فيها من خلال ملاحظة العلاقات بين المؤشرات المختلفة كالآتي:

- قيم الأكسجين الكيميائي المستهلك يجب أن تكون أعلى من قيم الأكسجين الحيوي الممتص
- القيم المرتفعة للزيوت والشحوم يصحبها ارتفاع قيم الأكسجين الكيميائي المستهلك.
- قيم المواد الصلبة الكلية يجب أن يكون أعلى من قيم المواد الصلبة العالقة.
- قيم المواد الصلبة الكلية يجب أن يساوى قيم المواد الصلبة العالقة + قيم المواد الصلبة الذائبة.

كما يجب على مسئولى التشغيل التأكد من العلاقة بين حجم الإنتاج الفعلي وأداء محطة المعالجة للمقارنة بين قيم التشغيل وقيم التصميم الفعلية (إنتاج أقل يعني أداء احسن للمحطة وقيم الحمل الهيدروليكى الأقل تعنى نوعية احسن للمياه المعالجة نظرا لتأثير عملية استرجاع المياه).

ويبين الجدول رقم 6-7 القضايا الخاصة برصد مؤشرات ومشاكل التشغيل لطرق المعالجة الأساسية (الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية).

المعالجة الفيزيائية	المعالجة الكيميائية	المعالجة البيولوجية
- الانسدادات والتسريب	- نوع الكيماويات المستخدمة	- الرائحة الكريهة
- انبعاث الروائح	- كمية استهلاك الكيماويات	- استهلاك المغذيات
- القاذورات - الذباب	- كفاءة فصل الحماءة وعكارة المياه المعالجة	- فقاقيع الهواء (كمقاس لنشاط المادة البيولوجية)
- الضوضاء	- الأس الأيدروجيني	- الذباب
	- اللون	- انسداد الفلاتر البيولوجية
		- الرغاوى وتدل على وجود حماءة متراكمة قديمة
		- MLSS دليل لثبات الحماءة
		- نسبة المواد الصلبة فى الحماءة الجافة
		- اللون الداكن

6-4 تقييم أداء محطات معالجة الصرف الصناعى

يمكن لمسئولي االتشغيل وادارة العمليات الاستفادة من العوامل الآتية فى تقييم أداء محطات معالجة الصرف الصناعى:

- **الرائحة**

تشكل الرائحة الكريهة المنبعثة من بعض محطات المعالجة مشكلة رئيسية ويكون السبب الرئيسى لها وجود حمل عضوى زائد للمخلفات الصناعية أو سوء الصيانة أو العطل الفنى فى المرشحات الزلطية أو المروقات الأولية والثانوية وأحواض تثخين الحماءة.

- **اللون**

يدل اللون الأسود لمياه الصرف مصاحبا لرائحة نفاذة على ركود هذه المياه بسبب البطء فى سريانها نتيجة لتراكم الحماءة على السطح.

- **الرغاوى السطحية**

تتكون رغاوى سميكة داكنة ولزجة ذات لون بنى على سطح أحواض التهوية مما يدل على تراكم وزيادة عمر الحماءة وزيادة أكسدتها.

- **الأكسجين الذائب**

يتكون لون بنى داكن برائحة كبريتيد الهيدروجين H_2S فى أحواض التهوية مما يدل على فقر الأكسدة. ويكون مستوى الأكسجين الذائب في محطات المعالجة البيولوجية بالحماءة النشطة من 1-3 ملجم/لتر وتكون النسبة المثلى 2ملجم/لتر.

- **اختبار نوعية المياه**

ويمكن تقسيم هذا الاختبار إلى مجموعتين:

- المجموعة الأولى لتعيين أداء الوحدات المستقلة.
- المجموعة الثانية لاختبار أداء المحطة بالكامل.

وتؤخذ العينات عند مدخل ومخرج كل وحدة من وحدات محطة المعالجة وذلك لاختبار أداء الوحدات بينما تؤخذ العينات عند مدخل ومخرج المحطة ككل وذلك لتعيين أداء الوحدة بالكامل. ويجب تعيين قيم المؤشرات الآتية للمياه الداخلة والخارجة من المحطة:

- ☐ الأس الهيدروجيني
- ☐ الأكسجين الكيميائي المستهلك
- ☐ الأكسجين الحيوي الممتص

- ❑ المواد الصلبة العالقة
- ❑ الزيوت والشحوم
- **المزيج السائل من المواد الصلبة العالقة MLSS**

تتكون **MLSS** من مواد ميكروبية نشطة وغير نشطة ومواد عضوية غير قابلة للتحلل البيولوجي ومواد غير عضوية. وتقاس الـ**MLSS** بملجم/ لتر.

هذا وتعتبر أكثر القيم الاقتصادية للحفاظ على مستوى الـ **MLSS** في الأحواض من 2000 إلى 4000 ملجم/ لتر.

- **درجة تجفيف الحماءة "نزع المياه"**

باختبار أداء نظام تجفيف الحماءة وكفاءة وتجانس المخرجات

5-6 رصد جودة المياه والضوضاء وانبعاثات الروائح

ويشمل الرصد البيئى رصد الانبعاثات الغازية والمخلفات السائلة والمخلفات الصلبة والمخلفات الخطرة، ويعتبر رصد جودة المياه المؤشر الرئيسى فى عملية الرصد الذاتى لمحطات معالجة الصرف الصناعى.

وتحدد اللوائح والقوانين البيئية حدود تركيزات الملوثات والتى يمكن صرفها على المصارف المائية المختلفة. لتسهيل عملية الرصد يتم التعبير عن قيم هذه الملوثات بوحدات كمية/زمن وذلك لكل من الأكسجين الكيميائى المستهلك والأكسجين الحيوى الممتص والمواد الصلبة العالقة والفسفور وفى بعض الأحيان للنيتروجين.

ويمكن تقسيم اختبارات جودة المياه إلى قسمين: القسم الأول يشمل اختبار أداء كل وحدة على حدة بينما يشمل القسم الثانى اختبار أداء محطة المعالجة ككل. وتسحب عينات القسم الأول عند مدخل ومخرج كل وحدة لتقييم أدائها بينما تسحب عينات القسم الثانى عند بداية المحطة وعند مخرجها حتى يمكن تقييم الأداء المتكامل للمحطة. ويجب تحديد المؤشرات الآتية عند اختبار جودة المياه:

- ❑ معدل سريان مياه الصرف (م^3/يوم)
- ❑ المواد الصلبة العالقة الكلية (ملجم/لتر)
- ❑ درجة الحرارة (°م)
- ❑ الأكسجين الكيميائى المستهلك (ملجم أكسجين/لتر)

- الأكسجين الحيوى الممتص (ملجم أكسجين/لتر)
- الأس الهيدروجينى
- التوصيل الكهربي (أوم-سم)$^{-1}$
- الزيوت والشحوم (ملجم/لتر)

إن رصد هذه المؤشرات بصفة دورية يفيد عملية المعالجة إفادة كبيرة لأنه سيمكننا من رصد الحمل العضوي خلال فترات مختلفة من العملية الصناعية مثل وقت الغسيل أو وقت الذروة وبذلك يمكن تفادى حدوث صرف أحمال عضوية مرتفعة مفاجئة على المحطة لما لهذه الأحمال من آثار سيئة على محطات المعالجة.

وقد تظهر مشكلة الروائح عند تشغيل محطات معالجة الصرف الصناعى وذلك لعدة أسباب منها:

- وجود أحمال عضوية زائدة فى الصرف.
- وجود مشاكل أو لعدم كفاءة الصيانة فى المرشحات الزلطية والمروقات الأولية والثانوية وفى خزانات تثخين الحماءة.

وفى حالة وجود لون بنى داكن أو وجود رائحة لكبريتيد الهيدروجين فى خزانات التهوية فذلك يدل على فقر وضعف عملية الأكسدة، ولذلك ففي طريقة المعالجة بالحماءة النشطة يجب ألا يقل مستوى الأكسجين الذائب عن 1-3 ملجم/ لتر.

أما بالنسبة للضوضاء فإن تعرض العمال لمستوى ضوضاء أعلى من 90 ديسيبل داخل بيئة العمل قد يؤدى إلى مشاكل فى السمع، وقد تنتج هذه المستويات المرتفعة من الضوضاء نتيجة للصيانة الغير جيدة للماكينات والآلات ولذلك فإن رصد مستوى الضوضاء فى المناطق المحيطة بمحطات معالجة الصرف الصناعى تعتبر ذات أهمية قصوى وخصوصا عند إقامة محطة جديدة أو عند تطبيق نظام صيانة جديد.

6-6 رصد عمليات معالجة الحماءة وجودتها والتخلص منها

من المعروف أن عملية التداول والتخلص من الحماءة تعتبر من أهم العمليات فى محطات معالجة الصرف الصناعى وذلك لتجنب ارتفاع تكلفة التشغيل والصيانة.

وفى حالة توفر المساحة الكافية، يمكن تقليل تكلفة معالجة الحماءة باستخدام الأحواض حيث يوضع فيها الحماءة للمعالجة ثم يتم إخراجها بعد 3-10 أعوام. ويمكن

تقليل المشاكل المتعلقة. بمعالجة الحماءة باستخدام أحواض التهوية لمدة طويلة أو أحواض الأكسدة فى معالجة مياه الصرف حيث تتنفس المواد الصلبة **endogenous** مما يقلل من وزن المواد الصلبة الجافة التى يتم معالجاتها.

ويجب عدم إبقاء الحماءة فى أحواض التثخين لمدة أطول من 24 ساعة وإلا تظهر الروائح الكريهة بسبب التحليل اللاهوائي **(septicity)** ويزيد مع ارتفاع درجة الحرارة.

ويجب ايضا تثبيت معدل ارتجاع الحماءة المنشطة حسب التركيز بعد 2-3 ساعات من الترسيب. ويجب ألا يتم استرجاع المياه النشطة بسرعة زائدة حتى تصبح رقيقة ولا ببطء زائد حتى لا تتراكم طبقة الحماءة وتعطل المروق. وبذلك فيفضل تشغيل المضخة بجهاز لضبط الوقت **(timer)** وفى أثناء عملية الهضم اللاهوائي أيضا يجب إضافة الحماءة بمعدل محكوم بدقة بحيث يتم الإضافة بكميات قليلة جدا على فترات متقاربة أو على أساس مستمر **(Continuous)** وفى حالة أحواض التجفيف (**drying beds**)، يجب عدم إضافة الحماءة الرطبة إلى الحماءة المجففة حتى يتم إزالة الطبقة الأولى. ويجب أيضا إضافة الرمال التى تفقد من أحواض التجفيف الرملية أثناء عمليات التنظيف حتى يعود إلى مستوى الرمال المصمم عليه الجهاز.

ويجب حفظ بيانات التشغيل المختلفة مثل عمق الحماءة الرطبة والأس الأيدروجينى ونسبة الرطوبة وعدد الأحواض المستخدمة وعمق الحماءة المخففة والوقت المستغرق فى التجفيف وحالة الجو وأى بيانات أخرى تتعلق بالحماءة المجففة وطريقة التخلص منها. وفى كثير من الأحيان يمثل تركيز المواد الصلبة عاملا هاما فى تحديد كفاءة وحدات التجفيف.

والجدول الآتى يوضح القيم المثالية النموذجية لتركيزات المواد الصلبة في وحدات معالجة الحماءة

جدول 6-8

العـمـلـيـة	نسبة تركيز المواد الصلبة %	
	المدي	القيمة المثالية
التثخين (التكثيف) بأستخدام الجاذبية		
الحماءة الأولية	10-4	6.5
الحماءة الأولية لحماءة المنشطة الزائدة	6-2	4
التثخين (التكثيف) بالطفو		
باستخدام الكيماويات	6-3	4
بدون كيماويات	6-3	4
التثخين (التكثيف) قوي الطردالمركزي		
باستخدام الكيماويات	8-4	5
بدون كيماويات	6-3	4
الترشيح التفريغي		
باستخدام الكيماويات	30-12	20
الترشيح بالمرشحات السيرية		
باستخدام الكيماويات	30-12	22
الترشيح بالضغط		
باستخدام الكيماويات	50-20	36
التجفيف بالطرد المركزي		
باستخدام الكيماويات	35-10	22
بدون كيماويات	30-10	18

ويمثل اختبار قدرة الترسيب يوميا أهمية قصوى فى مساعدة عامل التشغيل فى تعيين المشاكل والتحكم فى العمليات. ويشمل هذا الاختبار تجميع العينات من أحواض التهوية والمروق وترسيب العينة فى قارورة مدرجة فى خلال خمس دقائق من التجميع وتترك العينة لترسب على مدى فترة محددة – حوالى 30 دقيقة. وتوقع نتائج الترسيب (الوقت المستغرق وحجم العينة) لبيان منحنى قدرة الترسيب وإذا ارتفع منحنى قدرة الترسيب اليومى عن المنحنى المثالي للمحطة فهذا يدل على أن الحماءة لازالت في درجة نمو مبكر وتحتاج إلى تعتيق وهذا يحتاج إلى ضبط معدل استرجاع الحماءة تدريجيا بزيادة قدرها 20% فى المرة. يجب الحصول على ذلك من خلال تقليل معدل التخلص من الحماءة ومعدل التهوية فى أحواض التهوية. أما إذا انخفض منحنى القدرة الترسيبية عن المنحنى المثالي للمحطة فهذا يدل على أن الحماءة قديمة جدا وهذا يتطلب زيادة معدل التخلص من الحماءة. ومن الأسباب الشائعة لذلك: الحمل الحيوى الأقل–معدل عال لاسترجاع الحماءة النشطة من المروق – زيادة التهوية واستبقاء الحماءة لمدة طويلة.

إذا كان مستوى الأكسجين الذائب أعلى من 4 ملجم/ لتر فيجب تقليل التهوية أثناء الليل. أما إذا كان أقل من ا ملجم/ لتر فيجب زيادة التهوية أثناء الليل.

توصيات هامة للمحافظة علي وحدات المعالجة

التنظيم الجيد الترتيب (Housekeeping)

أ– إن التنظيم الجيد للمصنع والذى يشمل التنظيم الدورى، ترتيب الموقع والمنشآت، وصيانة المساحات الخضراء والحدائق لا يؤثر فقط على عمر وحدة المعالجة بل يزود العمال أيضا بالحافز النفسى وذلك من خلال العمل فى بيئة مشجعة.

ولذلك يجب حماية الموقع وتطبيق إجراءات السلامة ضد الحرائق والحوادث ومراعاة شروط التخزين والتداول الآمن للكيماويات والمعدات.

ب– تقارير وسجلات التشغيل

يجب حفظ سجلات كاملة تشمل أداء التشغيل وصيانة المعدات والرسومات وذلك حتى يتعين للشركة حساب مدى كفاءة وحدة المعالجة. وبالمثل يجب حفظ دليل التشغيل لكل معدات مكونات المحطة فى مكان آمن وذلك حتى يمكن الرجوع إليه فى حالة حدوث أى مشاكل فى المحطة.

ج- صيانة وحدة المعالجة

يجب إجراء عمليات الصيانة بصفة دورية ولذلك فإنه من المهم تخصيص ثلث وقت تشغيل المحطة على الأقل لصيانة معدات محطة المعالجة.

د- تدريب وتنمية مهارات فريق العمل

إن الإدارة الجيدة لمحطات المعالجة تؤدى إلى زيادة عمر المعدات وتقليل حالات وقت التشغيل بالإضافة إلى إعطاء كفاءة أعلى لأداء واستخدام الأيدى العاملة ولذلك فيجب أن يكون الموظف المختص بتشغيل المحطة على درجة عالية من التعليم وذو خبرة وعلى إلمام بطبيعة الوظيفة وتقنيات معالجة المياه. ومن العوامل الهامة أيضا فى رفع كفاءة المحطة هو تدريب العاملين بها ولذلك يجب دائما التخطيط المسبق لهذه العملية حسب متطلبات العمل ومراعاة أن يكون التدريب دوري وعلى فترات ثابتة.

7 الباب السابع

القوانين واللوائح المنظمة للصرف الصناعى فى مصر

الفصل الأول

1-7 مقـدمة

طبقا للوائح والإشتراطات البيئية فى مصر، يوجد ثلاثة قوانين تنظم عملية صرف مياه الصرف الصناعي وهم:

- قانون رقم 4 لسنة 1994 للصرف على البيئات الساحلية.
- قانون رقم 93 لسنة 1962 ولائحته التنفيذية المعدلة رقم 44 لسنة 2000 للصرف على المجارى العمومية.
- قانون رقم 48 لسنة 1982 للصرف على الخزانات الجوفية وفروع وروافد النيل والمجرى الرئيسي لنهر النيل والمصارف البلدية والصناعية.

وتكون اللوائح التنفيذية لهذه القوانين مستقلة عن بعضها البعض من حيث طبيعة المجارى المائية التى تنظم الصرف عليها والتفتيش والجهات القائمة على المراقبة وتنفيذ القانون. وعلى أى حال، فإن كل هذه القوانين تشير إلى أن معامل وزارة الصحة هى جهة التحليل المختصة بقياس معايير مياه الصرف كما هو مبين فى جدول (7-1).

وأهم ارتباط قانوني بين هذه القوانين والقوانين البيئية الأخرى هو "السجل البيئى" الذى يتطلبه القانون رقم 4 لسنة 1994. ويشمل هذا السجل كل المعلومات المتعلقة بالتصرفات من منشأة ما لمدة عام، ويجب أن يحتفظ بمعلومات السجل لمدة عشرة أعوام، وقد تم تكليف جهاز شئون البيئة بالقيام بمعاينة وإجراء تحاليل مستقلة لهذه السجلات.

وتهدف هذه القوانين إلى:

- حماية بيئة وشواطئ جمهورية مصر العربية وموانيها من مخاطر التلوث بجميع صوره وأشكاله.
- حماية الموارد الطبيعية فى المنطقة الاقتصادية.
- التعويض عن الأضرار التى تلحق بأى إنسان طبيعي أو اعتباري من أى أخطار تحدث بسبب تلوث المياه.

- حماية العاملين على صيانة شبكات الصرف من المخلفات الصناعية الضارة.
- حماية الهياكل والمعدات وعمليات المعالجة البيولوجية من المخلفات الصناعية الضارة.

جدول (7-1) مقارنة القوانين المصرية الخاصة بصرف المخلفات

القانون	موضوع القانون (فيما يتعلق بصرف المخلفات)	الموضوعات التى ينظمها القانون وطرق التنظيم	الجهة المسئولة
1994/4	صرف المخلفات السائلة إلى مياه البحر	• منع صرف مياه الصرف الصحى غير المعالجة (بالمخالفة لهذا القانون) إلى مياه البحر إما مباشرة أو غير مباشرة، عمدا أو عن غير عمد	الهيئة المصرية العامة لحماية الشواطئ بالتنسيق مع جهاز شئون البيئة
		• منع صرف مياه الصرف المحتوية على مواد ملوثة لا تتحلل عضويا من المذكورة فى الملحق رقم 10 لهذا القانون. • القيام بتحليل دوري لعينات من مياه الصرف المعالجة من المنشآت المسموح لها بالصرف فى المجارى المائية، وفى حالة التعديات، إعطاء مهلة شهر لتطبيق القانون، وإذا لم يتم ذلك: - يوقف الصرف. - يلغى الترخيص، وذلك دون الإخلال بالعقوبات المذكورة فى هذا القانون.	معامل وزارة الصحة، وفى حالة المخالفة يخطر جهاز شئون البيئة لاتخاذ الإجراءات الإدارية

القانون	موضوع القانون (فيما يتعلق بصرف المخلفات)	الموضوعات التى ينظمها القانون وطرق التنظيم	الجهة المسئولة
1982/48	صرف المخلفات السائلة فى مياه النيل والمجارى المائية	• منع صرف المخلفات إلى النيل والمجارى المائية، حتى ولو كانت مطابقة لمواصفات هذا القانون إلا بعد الحصول على ترخيص. . القيام بتحليل دوري لعينات من مياه الصرف المعالجة من المنشآت المسموح لها بالصرف فى المجارى المائية، وفى حالة المخالفات التى لا تنتج عنها خطورة فورية تعطى مهله ثلاثة شهور لتطبيق القانون وإذا لم يتم ذلك يوقف الصرف و/أو يلغى الترخيص، وذلك دون الإخلال بالعقوبات المذكورة فى هذا القانون. ولكن فى حالة التعديات التى ينتج عنها خطورة فورية مباشرة يتم إخطار المنشأة لإزالة أسباب الضرر فورا وإلا يسحب الترخيص ويوقف الصرف. أو تقوم وزارة الري بهذا على حساب المخالف	وزارة الري بالتنسيق مع وزارة الصحة. معامل وزارة الصحة، وفى حالة المخالفة يخطر جهاز شئون البيئة لاتخاذ الإجراءات الإدارية.

القانون	موضوع القانون (فيما يتعلق بصرف المخلفات)	الموضوعات التى ينظمها القانون وطرق التنظيم	الجهة المسئولة
		منع صرف المخلفات فى شبكة المجارى العامة ولو كانت مطابقة للمواصفات الواردة فى هذا القانون إلا بعد الحصول على ترخيص، وإلا يوقف الصرف بالإجراءات الإدارية.	وزارة الإسكان بالتنسيق مع هيئات الصرف الصحى
1962/93 وتعديلاته	صرف مخلفات الصرف الصحى فى شبكة المجارى العمومية	. القيام بتحليل دوري لعينات من مياه الصرف المعالجة من المنشآت المسموح لها بالصرف فى شبكة المجارى العامة، وفى حالة التعديات، إعطاء مهلة ستة شهور لتطبيق القانون وإذا لم يتم ذلك يلغى الترخيص و/أو يمكن مد فترة السماح، وفى حالة الخطر الفورى المباشر يوقف الصرف.	معامل وزارة الصحة، وفى حالة المخالفة تخطر وزارة الإسكان وهيئات الصرف الصحى لاتخاذ الإجراءات الإدارية.

2-7 القوانين الخاصة بصرف المخلفات السائلة إلى المسطحات المائية المستقبلة

تختلف الحدود القصوى المسموح بها لصرف المخلفات السائلة طبقا لنوعية المسطحات المائية المستقبلة وذلك بالرغم من أن معايير التلوث التى ينبغي رصدها والتفتيش عليها تقريبا واحدة وهى:

الأكسجين الحيوى الممتص BOD_5.

الأكسجين الكيميائى الممتص COD.

الأس الهيدروجينى **pH**.

درجة الحرارة **Temp**.

بقايا الكلور **Residual Cl_2**.

المواد الصلبة العالقة **T.S.S.**.

المواد الصلبة الذائبة **T.D.S.**.

الزيوت والشحوم **O&G**.

ويبين الجدول (2-7) الحدود المسموح بها لهذه المؤشرات للصرف على أنواع المجارى المائية المختلفة وفقا للقوانين المعنية (البحار، النيل، الترع، المصارف الزراعية، شبكات الصرف الصحى). أما بالنسبة لزيوت التشحيم المستهلكة فنظرا لتأثيراتها الخطيرة على المياه والتربة فيجب التفتيش على أساليب التخلص منها وعلى إجراءات الرصد ومراجعة السجل الخاص بها.

جدول (7-2): المتطلبات البيئية فى القوانين المصرية

المؤشر (ملجم/لتر إلا إذا ذكر غير ذلك)	قانون 94/4 الصرف فى البيئة الساحلية	قانون 62/93 الصرف على شبكة المجارى (معدل باللائحة التنفيذية رقم 44 لسنة 2000)	قانون 82/48 الصرف إلى			
			الخزانات الجوفية وفروع النيل / الترع	النيل (المجرى الرئيسى)	مياه غير صالحة للشرب	
					البلدية	الصناعية
أكسجين حيوي ممتص (5 أيام، 20درجة)	60	600	20	30	60	60
أكسجين كيميائى ممتص	100	1100	30	40	80	100
الأس الهيدروجينى (وحدات)	9-6	9.5-6	9-6	9-6	9-6	9-6
زيوت وشحوم	15	100	5	5	10	10
درجة الحرارة (درجة مئوية)	10 مئوية متوسط درجة الحرارة المسطح المائى المستقبل	43	35	35	35	35
المواد الصلبة العالقة الكلية	60	800	30	30	50	50
مواد صلبة قابلة للترسيب	–	10م 8 30م 15	2	20	–	–

المؤشر (ملجم/لتر) إلا إذا ذكر غير ذلك)	قانون 94/4 الصرف فى البيئة الساحلية	قانون 62/93 الصرف على شبكة المجارى (معدل باللائحة التنفيذية رقم 44 لسنة 2000)	قانون 82/48 الصرف إلى			
			الخزانات الجوفية وفروع النيل / الترع	النيل (المجرى الرئيسى)	مياه غير صالحة للشرب	
					البلدية	الصناعية
المواد الصلبة الذائبة الكلية	2000	–	800	1200	2000	2000
فوسفات	5	25	–	–	–	10
أمونيا	3	100	–	–	–	–
نترات	40	30	30	30	50	40
الفينول الكلية القابلة للاستخلاص	1	0.05	0.001	0.002	–	0.005
الفلوريدات	1	–	0.5	0.5	–	0.5
الكبريتيد	1	10	1	1	1	1
الكلور	–	–	1	1	–	–
منظفات صناعية	–	–	0.05	0.05	–	–
العد الاحتمالي للبكتريا القولونية 100سم^3	5000	–	2500	2500	5000	5000
الألومنيوم	3	–	–	–	–	–
الزرنيخ	0.05	2	0.05	0.05	–	–
الباريوم	2	–	–	–	–	–
البريليوم	–	–	–	–	–	–
كادميوم	0.05	0.2	0.01	0.01	–	–
كروم	1	–	–	–	يجب أن يكون التركيز	

المؤشر (ملجم/لتر إلا إذا ذكر غير ذلك)	قانون 94/4 الصرف فى البيئة الساحلية	قانون 62/93 الصرف على شبكة المجارى (معدل باللائحة التنفيذية رقم 44 لسنة 2000)	قانون 82/48 الصرف إلى			
			الخزانات الجوفية وفروع النيل / الترع	النيل (المجرى الرئيسى)	مياه غير صالحة للشرب	
					البلدية	الصناعية
كروم سداسى التكافؤ	–	0.5	1	2	الكلي لهذه المعادن: 1 لجميع المجارى المائية	
نحاس	1.5	1.5	1	1		
حديد	1.5	–	1	1		
رصاص	0.5	0.1	0.05	0.05	–	–
منجنيز	1	–	0.5	0.5	–	–
زئبق	0.005	0.2	0.001	0.001	–	–
نيكل	0.1	0.1	0.1	0.1	–	–
فضة	0.1	0.5	0.05	0.05	–	–
زنك	5	–	1	1	–	–
سيانيد	0.1	–	–	–	–	–
بورون	–	0.1	–	–	–	–
قصدير	–	2.0	–	–	–	–
مجموع المعادن	–	5	1−0	1	1	1
مركبات عضوية	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة
المبيدات	يجب ألا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة
اللون	يجب الا تكون موجودة	يجب ألا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة	يجب الا تكون موجودة

(الوحدات إن لم تذكر جميعها ملجم/لتر)

3-7 القوانين المعنية بالمخلفات الصلبة والحماءة

فيما يلى عرضا لبعض القوانين المتعلقة بإدارة المخلفات الصلبة (الخردة – الحماءة) الناتجة من محطات معالجة المخلفات السائلة:

- القانون رقم 38 لسنة 1967 بخصوص النظافة العامة وتنظيم عمليات جمع المخلفات الصلبة والتخلص منها وذلك من المنازل والأماكن العامة والمنشآت التجارية والصناعية.
- يحدد قرار وزير الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية رقم 34 لسنة 1968 الإرشادات الخاصة بجمع ونقل المخلفات الصلبة الناتجة عن النشاط الصناعى والمنازل وطرق التخلص منها سواء بالحرق أو الدفن أو تحويلها إلى سماد.
- القانون رقم 31 لسنة 1976 تعديلا لقانون رقم 38 لسنة 1967.
- أسند القانون رقم 43 لسنة 1979 – والمسمى بقانون الإدارة المحلية – المسئوليات المتعلقة بالبنية التحتية إلى المجالس المحلية للمدن.
- تنظم المادة 37 من قانون رقم 4 لسنة 1994 والمادتان 38 و39 من اللائحة التنفيذية إجراءات حرق المخلفات الصلبة:

مادة 37: يحظر إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة إلا فى الأماكن المخصصة لذلك بعيدا عن المناطق السكنية والصناعية والزراعية والمجارى المائية، وتحدد اللائحة التنفيذية لهذا القانون المواصفات والضوابط والحد الأدنى لبعد الأماكن المخصصة لهذه الأغراض عن تلك المناطق. وتلتزم الوحدات المحلية بالاتفاق مع جهاز شئون البيئة بتخصيص أماكن إلقاء القمامة أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة طبقا لأحكام هذه المادة.

4-7 القوانين المتعلقة ببيئة العمل

تتمثل القوانين المنظمة لبيئة العمل فيما يلى:

- العمل بالقرب من المعدات الثقيلة حيث تنظم المادة 42 من قانون 4 لسنة 1994 والمادة 44 من اللائحة التنفيذية والجدول رقم (1) ملحق (7) حدود الضوضاء فى بيئة العمل.

مادة 42: تلتزم جميع الجهات والأفراد عند مباشرة الأنشطة الإنتاجية أو الخدمية أو غيرها وخاصة عند تشغيل الآلات والمعدات واستخدام آلات التنبيه ومكبرات الصوت بعدم تجاوز الحدود المسموح بها لشدة الصوت.

وعلى الجهات مانحة الترخيص مراعاة أن يكون مجموع الأصوات المنبعثة من المصادر الثابتة فى منطقة واحدة فى نطاق الحدود المسموح بها والتأكد من التزام المنشأة باختيار الآلات والمعدات المناسبة لضمان ذلك وتبين اللائحة التنفيذية لهذا القانون الحدود المسموح بها لشدة الصوت والفترة الزمنية للتعرض له.

- تضم المادة 45 من القانون 4 لسنة 1994 والمادة 47 من اللائحة التنفيذية إجراءات التهوية فى بيئة العمل.

مادة 45: يشترط فى الأماكن العامة المغلقة وشبه المغلقة أن تكون مستوفية لوسائل التهوية الكافية بما يتناسب مع حجم المكان وقدرته الاستيعابية ونوع النشاط الذى يمارس فيه بما يضمن تجدد الهواء ونقائه واحتفاظه بدرجة حرارة مناسبة.

- يحدد قانون العمل رقم 137 لسنة 1981 وقرار وزير الإسكان رقم 380 لسنة 1983 وقرار وزير الصناعة رقم 380 لسنة 1982 الشروط الصحية الواجب توافرها فى بيئة العمل.

7-5 القوانين المعنية بالمواد والمخلفات الخطرة

ينظم القانون رقم 4 لسنة 1994 الإجراءات الخاصة بالمواد والمخلفات الخطرة حيث تلزم المواد 29 و33 من القانون المنتجين والمتعاملين فى المواد الخطرة بحالاتها الغازية والسائلة والصلبة باتخاذ كافة الاحتياطات والإجراءات التى تحول دون الإضرار بالبيئة وتحدد المواد 25 و31 و32 من اللوائح التنفيذية (القرار الوزارى 338 لسنة 1995) الإجراءات الواجب اتخاذها فى هذا الصدد.

هذا ولا توجد أى مادة بقانون 4 لسنة 1994 أو لائحته التنفيذية تلزم المتعاملين فى المواد الخطرة بحفظ سجلات عن المواد الخطرة المخزنة مثل الحماءة الناتجة من

عمليات معالجة الصرف الصحى، لذلك فقد أكدت المادة 25 من اللوائح التنظيمية الخاصة بالتقدم بطلبات الحصول على رخصة تشغيل على وجوب
حفظ سجلات للمواد الخطرة.

المادة 29: يحظر تداول المواد والنفايات الخطرة بغير ترخيص من الجهة الإدارية المختصة، وتبين اللائحة التنفيذية لهذا القانون إجراءات وشروط منح الترخيص والجهة المختصة بإصداره.

ويصدر الوزراء – كل فى نطاق اختصاصه – بالتنسيق مع وزير الصحة وجهاز شئون البيئة جدولا بالمواد والنفايات الخطرة المشار إليها فى الفقرة الأولى من هذه المادة.

المادة 30: تخضع إدارة النفايات الخطرة للقواعد والإجراءات الواردة باللائحة التنفيذية لهذا القانون.

وتحدد اللائحة المذكورة الجهة المختصة بوضع جداول للنفايات الخطرة التى تخضع لأحكامه وذلك بعد أخذ رأى جهاز شئون البيئة.

المادة 31: يحظر إقامة أى منشآت بغرض معالجة النفايات الخطرة إلا بترخيص من الجهة الإدارية المختصة بعد أخذ رأى جهاز شئون البيئة ويكون التخلص من النفايات الخطرة طبقا للشروط والمعايير التى تحددها اللائحة التنفيذية لهذا القانون.

ويحدد وزير الإسكان بعد أخذ رأى وزارتى الصحة والصناعة وجهاز شئون البيئة أماكن وشروط الترخيص للتخلص من النفايات الخطرة.

المادة 32: يحظر استيراد النفايات الخطرة أو السماح بدخولها أو مرورها فى أراضى جمهورية مصر العربية. ويحظر بغير تصريح من الجهة الإدارية المختصة السماح بمرور السفن التى تحمل النفايات الخطرة فى البحر الإقليمي أو المنطقة البحرية الاقتصادية الخاصة بجمهورية مصر العربية.

مادة 33: على القائمين على إنتاج أو تداول المواد الخطرة سواء كانت فى حالتها الغازية أو السائلة أو الصلبة أن يتخذوا جميع الاحتياطات بما يضمن عدم حدوث أى أضرار بالبيئة. وعلى صاحب المنشأة التى ينتج عن نشاطها مخلفات خطرة طبقا لأحكام هذا القانون الاحتفاظ بسجل هذه المخلفات وكيفية

التخلص منها وكذلك الجهات المتعاقد معها لتسلم هذه المخلفات. وتبين اللائحة التنفيذية البيانات التى تسجل فى هذا السجل ويختص جهاز شئون البيئة بمتابعة السجل للتأكد من مطابقة البيانات للواقع.

6-7 السجل البيئى

ينص القانون رقم 4 لسنة 1994 فى المادة 22 منه والمادة 17 من اللائحة التنفيذية على ضرورة احتفاظ المنشأة بسجل لبيان تأثير نشاط المنشأة على البيئة وتدون فيه بيانات خاصة بالانبعاثات ومواصفات المخرجات وسجلات التخزين وخطة منع الانسكاب وسجلات التخلص من المخلفات الصلبة ويجب على المفتش مراجعة السجل ويوضح ملحق رقم (2) من هذا الدليل نوعية هذه المعلومات وكيفية تدوينها.

مادة 22: على صاحب المنشأة طبقا لأحكام هذا القانون الاحتفاظ بسجل لبيان تأثير نشاط المنشأة على البيئة، وتضع اللائحة التنفيذية نموذجا لهذا السجل والجدول الزمنى لالتزام المنشآت للاحتفاظ به، والبيانات التى تسجل فيه. ويختص جهاز شئون البيئة بمتابعة بيانات السجل للتأكد من مطابقتها للواقع وأخذ العينات اللازمة وإجراء الاختبارات المناسبة لبيان تأثير نشاط المنشأة على البيئة وتحديد مدى التزامها بالمعايير الموضوعة لحماية البيئة، فإذا تبين وجود أية مخالفات يقوم الجهاز بإخطار الجهة الإدارية المختصة لتكليف صاحب المنشأة بتصحيح هذه المخالفات على وجه السرعة، فإذا لم يقم بذلك خلال ستين يوما يكون للجهاز بالاتفاق مع الجهة الإدارية المختصة اتخاذ الإجراءات القانونية والقضائية اللازمة لوقف النشاط المخالف والمطالبة بالتعويضات المناسبة لمعالجة الأضرار الناشئة عن هذه المخالفات.

جدول 7-3 يبين حدود الملوثات في مياه الصرف الصناعي كما تنص عليها قوانين البيئة في مصر

المؤشر (ميللجرام/ لتر ما لم يذكر غير ذلك)	القانون 4 لسنه 1994 للصرف علي البيئة البحرية	قانون رقم 93 لسنه 1962 لصرف المخلفات السائلة علي شبكات المجارى (المعدل بقرار وزاري رقم 2000/44)	القانون 48 لسنة 1982 للصرف على : خزانات المياه الجوفية، أفرع النيل والرياحات والترع والجنابيات	المجرى الرئيسي لنهر النيل	المصارف: البلدية	المصارف: الصناعية
الأكسجين الحيوى الممتص (5 أيام، 20°م)	60	600>	20	30	60	60
الأكسجين الكيميائى المستهلك COD	100	1100>	30	40	80	100
الأس الهيدروجيني (pH)	9-6	9.5 -6	9-6	9-6	9-6	9-6
زيوت و شحوم	15	100>	5	5	10	10
درجة الحرارة (درجة مئوية)	لا تزيد عن 10 درجات فوق المعدل السائد	43> (درجة مئوية)	35	35	35	35
المواد الصلبة العالقة الكلية	60	800>	30	30	50	60
المواد الصلبة المترسبة	-	8سم3/لتر بعد 10 دقائق 15سم3/لتر بعد 30 دقيقة	-	20	-	-
المواد الصلبة الذائبة الكلية	2000	-	800	1200	2000	2000
الفوسفات	5	-	-	1	-	10
الفسفور الكلى	-	25	-	-	-	-

المؤشر (ميللجرام/ لتر ما لم يذكر غير ذلك)	القانون 4 لسنه 1994 للصرف على البيئة البحرية	قانون رقم 93 لسنه 1962 لصرف المخلفات السائلة على شبكات المجارى (المعدل بقرار وزاري رقم 2000/44)	القانون 48 لسنة 1982 للصرف على : خزانات المياه الجوفية، أفرع النيل والرياحات والترع والجنابيات	المجرى الرئيسي لنهر النيل	المصارف: البلدية	المصارف: الصناعية
النشادر	3	-	-	-	-	-
النترات	40	-	30	30	50	40
الفينولات	1	0.05	0.001	0.002	-	0.005
الفلوريدات	1	-	0.5	0.5	-	0.5
الكبريتيدات	1	10	1	1	1	1
الكلور	-	-	1	1	-	-
المنظفات الصناعية	-	-	0.05	0.05	-	-
العد الإحتمالى للمجموعة القولونيه/100سم3	5000	-	2500	2500	5000	5000
الألومنيوم	3	-	-	-	-	-
الزرنيخ	0.05	2	0.05	0.05	-	-
الباريوم	2	-	-	-	-	-
البرليوم	-	-	-	-	-	-
السيانيد	0.1	0.2	-	-	-	-
النيتروجين	-	100	-	-	-	-

المؤشر (ميللجرام/ لتر ما لم يذكر غير ذلك)	القانون 4 لسنه 1994 للصرف على البيئة البحرية	قانون رقم 93 لسنه 1962 لصرف المخلفات السائلة على شبكات المجارى (المعدل بقرار وزارى رقم 2000/44)	القانون 48 لسنة 1982 للصرف على : خزانات المياه الجوفية، أفرع النيل والرياحات والترع والجنابيات	المجرى الرئيسي لنهر النيل	المصارف: البلدية	المصارف: الصناعية
الكادميوم	0.05	0.2	0.01	0.01	-	
الكروم	1	-	-	-	التركيز الكلى لهذه المعادن يجب ألا يزيدعن 1 في كل المصارف	
الكروم سداسي التكافؤ	-	0.5	1	1		
النحاس	1.5	1.5	1	1		
الحديد	1.5		1	1		
الرصاص	0.5	1	0.05	0.05		
المنجنيز	1	-	0.5	0.5		
الزئبق	0.005	0.2	0.001	0.001	-	-
النيكل	0.1	1	0.1	0.1	-	-
الفضة	0.1	0.5	0.05	0.05	-	-
الزنك	5	-	1	1	-	-
المعادن الثقيلة الكلية	-	5	1-0	1	1	1
المواد العضوية	منعدمة	منعدمة	منعدمة	منعدمة	منعدمة	منعدمة
المبيدات	منعدمة	منعدمة	منعدمة	منعدمة	منعدمة	منعدمة
اللون	منعدمة	منعدمة	منعدمة	0.01	منعدمة	منعدمة

8

الباب الثامن

المصطلحات العلمية

المراجع

المراجع الاجنبية

المراجع العربية

قاموس المصطلحات العلمية

Glossary

المواد القابلة للترسيب Settable Solids

هي المواد ثقيلة الوزن ويتم رسوبها في القاع بالجاذبية عندما تقل سرعة سريان تيار مياه المجاري ويمكن تقديركمية تلك المواد بأخذ لتر من عينة المجاري ووضعها في قمع امهوف وبعد سكونها لمدة ساعة تقدر كميتها بالسنتيمتر في اللتر.

المواد العالقة Total Suspended Solids (TSS)

وتشمل كل المواد الطافية والمعلقة سواء علي سطح الماء او في داخله ، وهي وزن المواد التي يمكن حجزها علي وسط ترشيح بعد تجفيفها في فرن تجفيف درجة حرارته 103 الي 105 درجة مئوية ، وتقدر كمية المواد العالقة بالمليجرام في اللتر .

المواد المتطايرة Volatile Suspended Solids

هي جزء من المواد العالقة وهي تمثل الجزء العضوي الذي يتحلل تماما متحولا الي طاقة أو الي كائنات حية جديدة عندما توضع المواد العالقة التي تم تجفيفها في درجة 103 مئوية في فرن حرق درجة حرارته 550 درجة مئوية ، فان جميع المواد العضوية تتطاير منها بالحرق ، وكمية المواد المتطايرة تحسب بالمليجرام في اللتر .

وغالبا تمثل المواد المتطايرة من 70 الي 80 % من وزن المواد العالقة الكلية، وتصل الي 60 % فقط في الحماءة الموجودة في أحواض الهضم اللاهوائي (احواض التخمير) .

وتشمل المواد المتطايرة الأحماض العضوية المتطايرة مثل حمض الخليك وحمض الفورميك والغازات العضوية مثل الميثان والأمونيا وغاز كبريتيد الهيدروجين.

المواد العضوية Organic Matter

وهي المواد التي يدخل في تركيبها عنصر الكربون وتحتوي أيضا علي الهيدروجين وقد تحتوي علي الاكسجين والنتروجين ومن أمثلة هذه المواد النشويات

والدهون والبروتينات ، والمواد العضوية قابلة للتحلل إلي مواد أخري بسيطة وإلي غازات بواسطة البكتريا والكائنات الحية الدقيقة الموجودة بمياه المجاري .

المواد غير العضوية Inorganic Matter

وهي المواد التي لا يدخل في تركيبها عنصر الكربون مثل الرمل والزلط والاملاح والعناصر الثقيلة وتتميز هذه المواد الغير عضوية بانها ثابتة لا تتحلل وتمثل المواد غير العضوية حوالي 30 % من المواد الصلبة الكلية في مياه المجاري .

المواد العضوية التخليقية Refractory Organics

مثل الفينول والمبيدات الزراعية المختلفة والمركبات العضوية المعقدة ، مثل نواتج المطهرات الثانوية وهذه المواد غير قابلة للتحلل بيولوجيا وتحتاج إلي معالجة كيمائية وفيزيائية لازالتها ، وتراكم هذه المواد يسبب ضررا شديدا بالبيئة .

المواد الغروية Colloidal matter

وهي جزء من المواد الصلبة يعرف بالمواد الغروية وهذه المواد تنتج من مخلفات المجازر والدهون والزيوت الذائبة في الماء وتسبب عكارة في الماء والمواد الغروية لا يمكن فصلها بالطرق الطبيعية مثل الترشيح او الميكانيكية .

الغازات الذائبة Dissolved gases

تحتوي مياه المجاري علي كمية من الغازات الذائبة ويتوقف ذلك علي مدي قدم مياه الصرف الصحي ومدي نقائها. هذه الغازات الذائبة ناتجة من هضم البكتريا للمواد العضوية ، وأهم هذه الغازات التي يحرص علي وجودها في مياه المجاري أثناء عملية التنقية هو الأكسجين الذائب الذي يسمح بنمو وتكاثر الكائنات الحية الهوائية .

كما يمكن ان يوجد ايضا غاز ثاني أكسيد الكربون والناتج عن تحلل المواد العضوية وتنفس البكتريا،و غاز الأمونيا الحر الناتج عن تحلل وهضم المواد العضوية النتروجينية كالبروتين.

البكتريا الهوائية Aerobic Bacteria

هي كائنات حية دقيقة تري فقط بالمجهر، وهي التي تنمو وتتكاثر فقط في وجود الأكسجين ويمتنع نموها في غيابه ومن مميزات هذه البكتريا انها تتغذي علي المواد

العضوية وتحللها الي غاز ثاني أكسيد الكربون وماء ونواتج أخري غير ضارة . وأشهر هذه الأنواع من البكتريا

Bacillus thermoliquifaciens، Pseudomonas delphini، non pathogenic Mycobacteria

البكتريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria

هي كائنات حية دقيقة تري فقط بالمجهر، وهي التي تنمو وتتكاثر فقط في غياب الأكسجين ويمتنع نموها في وجوده وقد تقتل هذه البكتريا اذا تطرق الاكسجين الي بيئتها ، وتتميز هذه البكتريا انها تتغذي علي المواد العضوية في عدم وجود الاكسجين الذائب وتحللها الي غازات متعفنة وسامة وقابلة للأشتعال مثل غازات اول اكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والميثان والامونيا ومجموعة اخري من الغازات المتعفنة والسامة .

الاكسجين الذائب Dissolved Oxygen

يحتوي الهواء الجوي علي حوالي 20 في المائة من حجمه علي غاز الاكسجين ، وعند احتكاك الماء بالهواء فان نسبة من ذلك الاكسجين تذوب في الماء ويعرف بالاكسجين الذائب ، وفي عمليات المعالجة البيولوجية بالحماءة المنشطة يحرص الفنيون علي وجود كمية من الاكسجين الذائب في مياه المجاري لتكون المياه صالحة لنمو ونشاط البكتريا الهوائية التي تقوم بالدور الاكبر من عملية المعالجة .

الاكسجين الحيوي الممتص Biological Oxygen Demand BOD

يعتبر الأكسجين الحيوي المستهلك من أهم الأختبارات التي تحدد كفاءة المعالجة البيولوجية ، فقيمة الأكسجين الحيوي المستهلك تحدد بدقة قيمة الحمل العضوي الموجود في المياه من لحظة دخولها محطة المعالجة حتي لحظة خروجها منقاة .

ويعرف الأكسجين الحيوي المستهلك بأنه كمية الأكسجين الذي تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة لأكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا ويقدر بالمليجرام لكل لتر .

الاكسجين الكيمائي المستهلك Chemical Oxygen Demand COD

ويعرف الاكسجين الكيمائي المستهلك بانه كمية الاكسجين المطلوبة لاكسدة وتكسير المواد العضوية بالتفاعل الكيميائي .

ولهذا فان الأكسجين الكيميائي المستهلك يعتبر قياسا للمواد العضوية (القابلة للتحلل والتأكسد بيولوجيا وغير القابلة للتحلل بيولوجيا) ، لذلك فقيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك أكبر أو تساوي الأكسجين الحيوي المستهلك ولا يمكن أن يكون الأكسجين الحيوي أكبر من الكيميائي .

الترسيب Sedimentation

الترسيب هو التخلص بفعل الجاذبية من المواد العالقة والتي يزيد وزنها عن الوزن النوعي للماء . وتزداد كفاءة الترسيب مع زيادة حجم الاجسام العالقة وزيادة كثافتها النوعية كما في حالات الترسيب العادي **plain sedimentation**

المعالجة التمهيدية Preliminary Treatment

هي المرحلة التمهيدية المبدئية التي تمر بها مياه المجاري الداخلة لمحطة التنقية، حيث يتم فصل المواد كبيرة الحجم بواسطة حواجز وشباك ، ثم يتم تخفيض سرعة سريان تيار المجاري الي 30 سنتيمتر في الثانية في قنوات حجز الرمال للسماح للحصي والرمال بالترسيب الي القاع ، وبامرار تيار من الهواء في المياه يتم فصل الزيوت والدهون بالطفو وأيضا طرد معظم الغازات المتعفنة والسوائل المتطايرة التي تحملها مياه المجاري ، وباذابة كمية من الاكسجين في المياه يتم انعاشها لكى تصبح صالحة لمعيشة البكتريا الهوائية في المراحل القادمة من المعالجة .

المعالجة الابتدائية Primary Treatment

وهي مرحلة التنقية التي تمر بها مياه الصرف بعد المعالجة التمهيدية ، حيث تدخل مياه المجاري الي احواض الترسيب الابتدائية ويسمح لها بالمكوث مدة من الوقت حوالي ساعتين لتمكين المواد القابلة للرسوب بالنزول الي قاع الحوض والمواد الخفيفة في الوزن من الطفو الي السطح .

وتبلغ كفاءة المعالجة في المرحلة الإبتدائية إلي إزالة حوالي من 55 الي 65 في المائة من المواد العالقة بالاضافة الي 20 الي 35 في المائة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا (الاكسجين الحيوي المستهلك BOD) .

المعالجة الثانوية Secondary Treatment

تعرف المعالجة الثانوية بانها مجموعة من عمليات ووحدات المعالجة المتصلة ببعضها بهدف التخلص من نسبة كبيرة من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا

ونسبة كبيرة من المواد العالقة الصغيرة في الحجم نسبيا والتي لم تترسب في المعالجة الأبتدائية مثل أحواض الترسيب الابتدائي (حيث يمكننا ازالة اكثر من 95% من المواد العضوية القابلة للتحلل بيولوجيا في المعالجة الثانوية) . **BOD and SS**، واكثر من 97 % من المواد العالقة.

ويعد التطهير والتعقيم من وحدات وعمليات المعالجة الثانوية في كثير من محطات المعالجة بينما يعتبره البعض من عمليات المعالجة الثلاثية او المتقدمة.

المعالجة الثلاثية [المتقدمة] Tertiary Treatment

تعرف عمليات المعالجة المتقدمة بأنها درجة خاصة من درجات المعالجة والتي تلي وتتبع عمليات المعالجة التقليدية الثانوية لإزالة بعض المكونات والملوثات في مياه الصرف مثل المغذيات والمواد السامة واية معدلات عالية غير طبيعية من المواد العضوية والمواد العالقة.

ومن أمثلة المعالجة الخاصة الترويب بالكيماويات و التزغيب والطفو والترسيب الذي يلي الترشيح والكربون المنشط وايضا ولكن بدرجة اقل التبادل الأيوني والتناضح العكسي لازالة وتخفيض نسبة الاملاح الذائبة ، وتستخدم المعالجات المتقدمة الخاصة في حالات وتطبيقات منها كثيرة من اعادة وتدوير مياه الصرف للاستصلاح الزراعي وشحن المخزون الجوفي بالماء واستخدام المياه الناتجة في التبريد والصناعة.

المعالجة البيولوجية Biological Wastewater Treatment

وتختص هذه المعالجة البيولوجية بازالة الموادالعضوية القابلة للتحلل بيولوجيا عن طريق البكتريا سواء كانت هذه المواد العضوية غروية او ذائبة في مياه المجاري وتستخدم المعالجة البيولوجية أيضا في التخلص من المغذيات (النتروجين والفسفور) وذلك من خلال عمليات التأزت بالنسبة للنتروجين ، وتحويل الفسفور الي مركبات ثابتة **Denitrification** ، وعكس التأزت **Nitrification** **سهل الاستفادة منها في** اغراض متعددة كالزراعة مثلا .

المعالجة الكيميائية Chemical Wastewater Treatment

وهي طرق وعمليات المعالجة التي يتم فيها إزالة أو تحويل ملوثات المخلفات السائلة عن طريق اضافة الكيماويات أو عن طريق التفاعلات الكيمائية ، ومن أمثلة

هذه العمليات الكيمائية الترسيب الكيماوي والادمصاص والتطهير بالكلورة وهذه العمليات السالف ذكرها من اكثر العمليات شيوعا في معالجة مياه الصرف الصحي.

المعالجة الفيزيائية Physical Wastewater Treatment

هي إحدى طرق المعالجة وأبسطها وتعتمد علي الخواص الطبيعية الموجودة في الطبيعة نفسها بدون تدخل الإنسان ، أي القوي المؤثرة هي قوي طبيعية والتي لاحظها واكتشفها الإنسان داخل البيئة المحيطة.

ووحدات المعالجة الفيزيائية هي دائما الوحدات التمهيدية والأولية لكل مشاريع معالجة المخلفات السائلة، حيث يبدا كل مشروع بوحدات معالجة فيزيائية كمرحلة اولي من مراحل المعالجة .

ومن أهم ، وحدات المعالجة الفيزيائية التصفية، إزالة الرمال ، الترشيح ، الترويب، الطفو ، الادمصاص ، الترسيب والتناضح العكسي .

الحماءة المنشطة Activated Sludge

هو اصطلاح يطلق علي مجموعة الكائنات الدقيقة الحية التي تري بالميكرسكوب وموجودة في الطبيعة ، وتكون في حالة نشطة فعالة ، ويطلق علي طريقة المعالجة البيولوجية التي تعتمد علي تلك الكائنات في المعالجة طريقة المعالجة بالحماءة والتي تعد من أشهر طرق المعالجة البيولوجية علي الاطلاق .

والحماءة المنشطة لها القدرة علي استهلاك المواد العضوية كغذاء سواء كانت هذه المواد عالقة أو ذائبة في مياه المجاري ، ونمو وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة والتصاقها بالمواد العالقة يزيد من وزنها مما يسهل عملية فصلها من الماء المعالج بواسطة الترسيب في المروقات النهائية .

السائل المخلوط Mixed Liquor

عندما تخلط الحماءة العائدة من أحوض الترسيب النهائي (النشطة) مع مياه الصرف القادمة من أحواض الترسيب الإبتدائي ، يتم تسمية المياه التي يحتويها حوض التهوية بالسائل المخلوط .

عمر الحماءة Sludge Age

عمر الحماءة هو متوسط الوقت الذي تبقي فيه المواد الصلبة في مراحل عملية المعالجة ، ويعرف ايضا بأنه الوزن الكلي للمواد العالقة في مراحل المعالجة مقسوما علي وزن المواد العالقة التي تصرف يوميا.

معامل حجم الحماءة Sludge Volume Index

هو قياس ومؤشر للخواص الرسوبية للحمأءة المنشطة ، ودلالة علي كفاءة عملية المعالجة البيولوجية الكلية ، وهومعدل الترسيب في مدة ثلاثون دقيقة مقسوما علي تركيز المواد العالقة في حوض التهوية

ويحسب بالمعادلة الآتية :-

$$\frac{\text{حجم الحماءة الذي يرسب في لتر من العينة بعد ثلاثون دقيقة}}{\text{تركيز المواد العالقة في نفس العينة (مجم / لتر)}}$$

نسبة الغذاء / للكائنات الحية الدقيقة Food / Microorganisms (F/M Ratio)

هي النسبة التي تتحكم في نمو الكائنات الحية بداخل احواض التهوية ويتم حساب نسبة الغذاء للكائنات الحية الدقيقة من المعادلة الآتية :

$$= \frac{\text{وزن المواد العضوية بالكيلو جرام (الغذاء)}}{\text{وزن الكائنات الحية بالكيلوجرام (الكائنات الدقيقة)}}$$

رقم الاس الهيدروجيني pH value

هو اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في سائل ما ، وهو تعبير علي تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول اي مقياس الحموضة والقلوية ، وهذه القيمة تبدأ من صفر إلي 14، وقيمة الاس الهيدروجيني لمياه المجاري تتراوح بين 6.5 الي 8.5 واذا تغيرت هذه القيمة عن ذلك المعدل يدل علي ورود مخلفات صناعية لمحطة المعالجة .

إن تركيز الأيون الهيدروجينى يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحرجا. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجينى الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة

البيولوجية، وبالتالى إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على (pH) فى المياه الطبيعية.

عملية التطهير Disinfection

التطهير هو التدمير والقتل النوعي المنتخب للكائنات المسببة للامراض، والمياه المعالجة الناتجة من محطات تنقية الصرف الصحي بها العديد من الكائنات الممرضة ولهذا يلزم تطهيرها قبل صرفها واعادة استخدامها

وتتم عملية التطهير باضافة جرعة الكلور اللازمة الي المياه خلال غرفة التلامس في مدة مكث تتراوح بين 20 الي 30 دقيقة .

الكلور المتبقي الحر Free Residual Chlorine

وهو الكلور الذي يوجد في المياه علي صورة حرة علي هيئة حمض الهيبوكلورس والذي ينتج من تفاعل الكلور مع الماء

الكلور المتبقي المتحد Combined Residual Chlorine

وهو الكلور الذي يوجد في الماء علي هيئة مركبات للكلور مع الأمونيا التي توجد اصلا في الماء أو تضاف إلي الماء قبل اضافة الكلور .

الكائنات المسببة للامراض Pathogens

وهي الكائنات الدقيقة وغير الدقيقة والتي يؤدي تراكمها أو وجودها نفسه الي الاصابة بالامراض سواء للانسان أو للحيوان أو للنبات داخل البيئة ، وتشمل البكتريا والفطريات والطحالب والفيروسات والديدان وبعض الطفيليات .

المغذيات Nutrients

وهي عناصر لازمة لنمو النبات والحيوان وكثير من الكائنات الدقيقة تحتاج المغذيات في نموها وتكاثرها ولو بنسب ضئيلة . من أهمها النتروجين والفسفور والتي عند وصولها للبيئة المائية كالانهار والبحيرات تؤدي الي نمو الطحالب غير المرغوب فيها ، وايضا وجودها بتركيزات عالية يسبب استنفاذ الأكسجين الذائب في المياه وموت بعض الكائنات المائية كالآسماك نتيجة للاختناق ، ولو تسربت للارض تسبب تلوثا للمياه الجوفية .

النيتروجين Nitrogen

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس فى سلسلة البروتين، فإن بيانات النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. وإن عدم وجـود النيتـروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. ولكى يـتم التحكم فى نمو الطحالب فى المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين فى ميـاه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل النيتروجين الكلى – والمستخدم كمؤشر شائع – على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنيتريت واليوريـا والنيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات).

العناصر الثقيلة Heavy Metals

تأتى العناصر الثقيلة لمياه الصرف الصحي عن طريق المصانع خـلال صـرفها الصناعي وهي تسبب سمية شديدة وتلوثا كبيرا وذلك في حالة إعادة اسـتخدام الميـاه المحتوية علي تركيزات معينة منها ، ولذلك ينصح بعدم استخدام المياه المحتوية علي العناصر الثقيلة في الري والزراعة .

ومن امثلة العناصر الثقيلة التي يمكن أن تتواجد بمياه الصرف الصحي الرصاص والزئبق والكادميوم والنحاس والفضة والنيكل والكروم والحديد والمنجنيز .

الزيوت والدهون والشحوم Fats and Greases ، Oils

تعتبر الدهون من اكثر المواد العضوية ثباتا حيث أنها لا تتحلل بـسهولة بفعـل البكتريا (تحللها يحتاج الي انزيمات خاصة) وقد تصل زيوت التـشحيم الـي ميـاه الصرف الصحي عن طريق الورش والجراجات ومحطات الوقود، وتطفو هذه الزيوت علي سطح المياه ويتبقي جزء ضئيل منها في صورة مواد راسبة تتجمع مع الحماءة .

وعموما يجب ازالة الشحوم والزيوت قبل وحدات المعالجة البيولوجية نظرا لان وجودها في احواض التهوية قد يعوق عملية تبادل الاكسجين بين الماء والهواء وقـد يحدث انسدادا في مواسير توزيع المياه وتوزيع الهواء .

المنظفات الصناعية

المنظفات الصناعية هي مواد خافضة للتوتر السطحي وهي عبارة عن جزيئـات عضوية كبيرة ولها قابلية ضعيفة للذوبان وهي تسبب الرغوة في محطات معالجة مياه

الصرف الصحي والصناعي وفي المياه السطحية التي تـصرف عليهـا، وتتجمـع جزيئات المنظفات في الطبقة بين الهواء والماء مما قد يعوق تبادل الاكسجين بين المياه والهواء، كذلك تتجمع هذه المركبات علي سطح فقاعات الهواء اثناء عملية المعالجـة البيولوجية مسببة رغوة ثابتة تعوق عملية المعالجة.

التعـادل Neutralization

الغرض من عملية التعادل هو معادلة المخلفات السائلة الصناعية - سواء كانـت حمضية أو قاعدية - بالمواد الكيميائية المناسبة قبل صرفها إلى المجارى العمومية أو إعادة استخدامها حيث تتطلب معظم التشريعات والقوانين البيئيـة أن يتـراوح الأس الأيدروجيني بين 6- 9 قبل الصرف النهائي. وضبط الأس الهيدروجينى من المراحل الهامة فى معالجة الصرف الصناعى حيث أن المحاليل زائدة الحموضة غير مرغوب فيها وكذلك المحاليل زائدة القلوية، فتلك السوائل الزائدة تؤثر بالضرر الـشديد علـي خطوط ومواسير الصرف وكذلك علي كافة العمليات الفيزيائية والكيميائية لمعالجة مياه الصرف .

الترسيب الكيميائى Chemical Precipitation

وتتكون عملية الترسيب الكيميائي لمعالجة مياه الصرف من إضـافة الكيماويـات التي من شأنها تغيير الحالة الفيزيائية للمواد الصلبة الذائبة والعالقة وتـسهيل عمليـة التخلص من هذه المواد عن طريق الترسيب. وفي بعض الأحيان يكون هذا التغييـر طفيفا وتتأثر عملية التخلص سلبا بسبب حبس هذه المواد في كتلة مترسبة كبيرة الحجم يتكون معظمها من المادة الكيميائية نفسها. ومن نتائج هذه الإضافات الكيميائية أيـضا زيادة نسبة المواد الذائبة في مياه الصرف.

وفي الماضي كانت طرق الترسيب الكيميائى تستخدم لتحسين عمليات إزالة المواد العالقة والحمل العضوي BOD_5 من المياه.

التختر الكيميائى Chemical Coagulation

التختر الكيميائي عبارة عن إضافة مواد كيميائية تـساعد علـى إحـداث تغيـر فيزيوكيميائي للجسميات ينتج عنه تلاصقها مع بعضها وبالتالي تجمعهـا ومـن ثـم ترسيبها في أحواض الترسيب نظرا لزيادة حجمها وتستخدم . عدة مخثرات كيميائيـة من أهمها مركبات الحديد والألمونيوم والكالسيوم والبوليمر .

الامتزاز الكربوني Carbon Adsorption

ويتم في هذه العملية استخدام كربون منشط لإزالة المواد العضوية المذابة حيث يتم تمرير المياه من خلال خزانات تحتوي على الوسط الكربوني ويتم من خلال الكربون المنشط امتصاص المواد العضوية المذابة الموجودة في مياه الفضلات وفي بعض الأحيان تستخدم هذه الطريقة لاسترجاع بعض الملوثات القيمة والتى تتواجد فى الصرف العضوى . وبعد تشبع الوسط الكربوني يتم إعادة تنشيطه بواسطة الحرارة أو استخدام مواد كيميائية.

نظام الطفو الهوائي المذاب Dissolved Air Floatation [DAF]

في هذا النظام يتم ملامسة الهواء لمياه الصرف تحت ضغط عال مما يؤدى إلى إذابة الهواء. ويتم خفض الضغط على سطح المياه من خلال صمام ضغط خلفي ينتج عنه فقاقيع هواء تماثل حجم الميكرون تزيل المواد العالقة والزيوت من مجرى المياه الملوثة وإلى سطح الوحدة. ويتم كشط الرغوة من سطح المياه بعد المعالجة.

المواد الاكالة Corrosive Chemicals

تعد هذه المواد من أكثر المواد الكيماوية انتشارا وشيوعا من حيث الاستخدام الصناعي والبحثي وتعرف المواد الاكالة بأنها المواد التي تسبب دمارا وتآكلا لانسجة جسم الإنسان أو تآكلا للمواد الأخري وتدمر المواد الأكالة جسم الإنسان عن طريق :

- تدمير بروتين الأنسجة أو الأنسجة نفسها
- مهاجمة السطح نفسه عن طريق نزع الماء – النيترة (يتحول الجلط للون أصفر إذا أصيب بحمض النيتريك) لو الاكسدة لامست الجسم . فتؤدى إلى تدمير غشاء الخلايا.

المواد الملتهبة Flammable Materials

تعد المواد الملتهبة ثاني أكثر الأنواع انتشارا في الصناعة وتعرف المواد الملتهبة بأنها المواد التي توجد بنسبة أكبر من 1% ولها نقطة وميض أقل من 38 مئوية أو أقل من 100 درجة فهرنهايت .

ومن أشهر المواد الملتهبة المذيبات مثل الكحولات والكيتونات ومواد الوقود مثل الجازولين والكيروسين ومذيب الطلاء مثل التنر .

وتنشأ خطورة المواد الملتهبة وخاصة السوائل الملتهبة من امكانية حدوث حريق لها أو يسبب وجودها حريق أو انفجار.

المواد السامة Toxic and Poisons

المواد السامة تعد ثالث اثر الأنواع الكيماوية انتشارا في المجال الصناعي واكثرها خطورة وتعرف المواد السامة بأنها آية مادة تسبب سمية أو تسمم للانسان من المواد السامة الغير عضوية مادة الاسبستوس الخطيرة والتي عند التعرض الشديد لها لفترات طويلة تسبب اصابة الرئتين بالتليف وممكن ان يؤدي الي حدوث سرطان بالرئة .

والعناصر الثقيلة مثل الكادميون والزئبق والرصاص من المواد ذات الطبيعة السامة لطبيعة تراكمها داخل جسم الامسان مسببة تلف للكلي والكبد ، ومن أهم مصادر العناصر الثقيلة صناعات البطاريات والطلاء الكهربي .

والفينولات ومركبات الفورمالدهيد والتي تنتج من مصانع البلاستيك والمواد اللاصقة تعد من المواد العضوية السامة

العوامل المسببة للعدوي مسببات الامراض Infectious agents

من أهم عوامل العدوي المنتشرة في محطات مياه الصرف الصحي والصناعي الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا والفيروسات والبرتوزوا (الأوليات) أو الطفيليات الاولية، وتسبب هذه الكائنات الحية الكثير من الأمراض، فالبكتريا مثلا تسبب مرض الكوليرا والفيروسات تسبب مرض الالتهاب الكبدي الوبائي والبرتوزوا تسبب مرض الدوسنتاريا الاميبية .

ومن أهم الأسباب التي تؤدي الي انتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة الممرضة في مياه الصرف هو صرف مخلفات المستشفيات والمراكز الطبية والعلاجية إلي شبكة المجاري العامة دون تعقيم أو تطهير لهذه المخلفات مما يؤدي الي انتشار الامراض المعدية التي تكون المياه الملوثة ناقلة لها.

البكتريا Bacteria

تعد البكتريا من أهم الكائنات الدقيقة علي الإطلاق من حيث دورها في عملية المعالجة البيولوجية فعليها يقع العبء الأكبر في تكسير وأكسدة المواد العضوية . ولهذا فان دراستها بالتفصيل تعد من أساسيات فهم عملية المعالجة البيولوجية .

وهي كائنات دقيقة وحيدة الخلية ، يتكاثر معظم أنواعها بالانقسام الثنائي، وبالرغم من ذلك هناك أنواع من البكتريا تتكاثر بالتكاثر الجنسي أو بالتفرع. وحتي الآن يوجد آلاف الأنواع من البكتريا موجودة في الطبيعة، وعموما يندرج معظمها تحت ثلاث أنواع رئيسية تبعا لشكلها وهي الكروية والإسطوانية (العصوية الشكل) والحلزونية (اللولبية) ، وحجم البكتريا عموما يتراوح من 0.1 الي 10 ميكرون، وتختلف البكتريا في الحجم من نوع لآخر .

وتعد البكتريا من أكثر الكائنات الممرضة في مياه الصرف وذلك لان اعدادها في السنتيمتر المكعب الواحد تعد بالملايين وأنواعها بالالآف، والبكتريا لها دور هام واساسي في جميع عمليات المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي والصناعي .

الفطريات Fungi

الفطريات كائنات متعددة الخلايا وليست كائنات ضوئية (لا تحصل علي غذائها من عملية البناء الضوئي) وتتكاثر الفطريات بثلاث طرق بالتكاثر الجنسي او اللاجنسي (بالانقسام وبالتفرع) أو بالأبواغ. الفطريات الحقيقة مثل المولدس **true fungi or molds** تنتج وحدات ميكرسكوبية تسمي الهيفا بينما الخمائر والفطريات لا تنتج هذه الوحدات لذا فهي وحيدة الخلية ومعظم الفطريات كائنات هوائية تنشط وتنمو في وجود الأكسجين ولها القدرة علي العيش في وجود نسبة رطوبة قليلة ، ويمكنها التغلب علي الظروف البيئية الصعبة مثل التغير في رقم الآس الهيدروجيني .

البروتوزوا Protozoa

البروتوزوا (الأوليات) كائنات اولية ميكرسكوبية لها القدرة علي الحركة، ومعظم البروتوزوا غير ذاتية التغذية وهوائية اي تنشط وتنمو في وجود الأكسجين ، علي الرغم من وجود انواع قليلة منها لاهوائية. والبرتوزوا كائنات أكبر في الحجم من البكتريا اذ يتراوح حجمها بين 10 الي 100 ميكرون وقد تستهلك البكتريا كمصدر من مصادر الطاقة والغذاء لها .وفي الواقع فان البرتوزوا تعمل كملمع ومروق للمياه الخارجة من محطات التنقية حيث تستهلك وتلتهم البكتريا السابحة وجزيئات المواد العضوية الدقيقة .

ومعظمها يتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط وهي لا يمكنها تمثيل كل عوامل النمو اللازمة لها لذلك فهي تعتمد علي البكتريا في امدادها بمعظم عناصر نموها.

والروتيفيرا Rotifers

الروتيفيرا تتبع المملكة الحيوانية وهي كائنات دقيقة غير ذاتية التغذية هوائية ومتعددة الخلايا واسمها قد اشتق لوجود مجموعتين من الأهداب في رأسها ولهذا يمكن تسميتها الهدبيات وهذه الأهداب حرة الحركة و تدور حول نفسها مما يعطيها القدرة علي التحرك واصطياد الغذاء .

والروتيفيرا مستهلك جيد للبكتريا المنتشرة في المياه والمخلوط السائل بأحواض التهوية وأيضا مستهلك جيد للبكتريا التي كونت الندف وتتغذي ايضا علي جزيئات المواد العضوية الدقيقة.

ووجود الروتيفيرا في المياه الخارجة من المعالجة دليل جيد علي معالجة بيولوجية ممتازة وخاصة المعالجة الهوائية .

الطحالب Algae

الطحالب كائنات إما وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذاتية التغذية تعتمد علي غذائها علي ضوء الشمس حيث تقوم بعملية البناء الضوئي ، وللطحالب دور هام في المعالجة البيولوجية وذلك لسببين وهما اولا في بحيرات الأكسدة بانتاجها الأكسجين من خلال عملية البناء الضوئي فتستهلك ثاني أكسيد الكربون وتنتج الأكسجين في وجود ضوء الشمس وذلك خلال النهار ، وعملية إنتاج الأكسجين هذه هامة جدا للبيئة المائية الموجودة فيها الطحالب من حيث إحداث توازن وثبات بيئي مفيد لكثير من الكائنات داخل تلك البيئة المائية ، وتقوم البكتريا الهوائية باستهلاك الأكسجين المنتج بواسطة الطحالب داخل بحيرات الأكسدة الهوائية والمختلطة .

الاشكال الارقي في الحياه Higher Forms of Life

وهي الكائنات الدقيقة الأكبر في الحجم والأكثر تعقيدا في تركيبها الخلوي ويمكن رؤية العديد منها بالعين المجردة

ومن أمثلتها الديدان ويرقات الحشرات وبعض القشريات ، وتتميز بقدرتها علي تمثيل الغذاء وتحويل المواد العضوية البسيطة إلي مركبات معقدة متراكبة لا تستطيع بقية الكائنات تحليلها او تكسيرها ، كما ان دورة حياتها معقدة .

وتعيش الديدان جيدا في وفرة الأكسجين الذائب وزيادته وتوافر الغذاء البكتيري.
وتتواجد بإعداد وكميات كبيرة في وحدات المعالجة الثانوية والمرشحات البيولوجية والاقراص البيولوجية الدوارة

عمليات النمو المتلاصق [المرتبط] Attached growth process

وهي العمليات البيولوجية والتي تكون فيها الكائنات المسئولة علي تحويل المواد العضوية إلي مواد أخري بسيطة وثابتة وانسجة خلايا جديدة ملتصقة إلي وسط ثابت وخامل مثل الحجارة والبلاستيك والسيراميك، وتسمي عمليات النمو المتلاصق بعمليات الغشاء. أو الطبقة الثابتة **Fixed film processes**

عمليات النمو المعلق Suspended growth Processes

وهي العمليات البيولوجية التي يتم فيها أكسدة وتثبيت المواد العضوية بيولوجيا بفعل الكائنات الدقيقة وتحويل هذه المواد العضوية إلي مواد أبسط وأنسجة الخلايا الجديدة، وتكون هذه الكائنات عالقة في مياه المخلفات السائلة ويتم المحافظة علي الكائنات عالقة حيث تحدث كافة العمليات البيولوجية علي هذا النحو .

النيترة او النازت[تثبيت لنتروجين] Nitrification

وهي العمليات البيولوجية والتي يحدث فيها تثبيت للنتروجين عن طريق تحول الأمونيا الي نيتريت ثم الي نترات بفعل الكائنات الدقيقة .

عكس النيترة او عكس النازت Denitrification

وهي العمليات البيولوجية والتي يحدث فيها تحول النترات إلي غاز النتروجين أو إلي أي صورة غازية أخري كناتج نهائي.

عكس النازت اللاهوائية Anoxic Denitrification

وهي العمليات البيولوجية والتي يحدث فيها تحول النترات الي غاز النتروجين بيولوجيا وذلك في غياب الأكسجين .

العمليات الإختيارية [المتحولة] Facultative processes

وهي العمليات البيولوجية والتي يمكن للكائن الحي فيها إن يقوم بوظيفته سواء في وجود الأكسجين أو عدم وجوده .

العينة البسيطة [المخطوفة] Grab Sample

وهي العينة الواحدة التي تؤخذ في أي وقت ومن أي مكان بدون برنــامج زمنــي محدد لكي تبين خواص مياه الصرف في الوقت الذي أخذت فيه ، و يجب أن تكــون العينة المخطوفة ممثلة لظروف المياه الملوثة عند وقت سحب العينة. ويتحــدد حجــم العينة بنوع وعدد التحاليل المطلوب إجرائها

العينة المركبة Composite Sample

هو تجميع عدد من العينات خلال فترات زمنية محددة وإمــا أن يــتم التجميــع بطريقة مستمرة على مدى فترة زمنية محددة أو يتم مزج عينات مفــردة عــشوائية. وتمثل العينة المجمعة متوسط خواص المياه الملوثة خلال فترة التجميع.

الاوزان والمقاييس

- الاطوال Lengths

1 مليمتر (مم) = 0.0394 بوصة

1 سنتيمتر (سم) = 10 مم = 0.3937 بوصة

1 بوصة = 2.54 سم

1 متر = 100 سم = 1.0936 ياردة

1 ياردة = 3 قدم = 0.9144 متر

1 متر = 3.281 قدم

1كيلومتر (كم) = 1000 متر = 0.6214 ميل

1 ميل = 1760 ياردة = 1.6093 كم

1 ميل بحري = 2025.4 ياردة = 1.825 كم

المساحات Areas

1 سنتيمتر مربع = 100 مليمتر مربع = 0.1550 بوصة مربعة

1 بوصة مربعة = 6.4156 سنتيمتر مربع

1 متر مربع = 10.000 سنتيمتر مربع = 1.1960 ياردة مربعة

1 ياردة مربعة = 9 قدم مربع = 0.8361 متر مربع

1 هكتار = 10000 متر مربع = 2.4711 فدان

1 فدان = 4840 ياردة مربعة = 4046.9 متر مربع

1 كيلومتر مربع (كم 2) = 100 هكتار = 0.3861 ميل مربع

1 ميل مربع = 640 فدان = 2.59 كيلومتر مربع

<u>الحجم – السعة</u>

1 سنتيمتر مكعب = 0.610 بوصة مكعبة

1 بوصة مكعبة = 16.387 سنتيمتر مكعب

1 ديسيمتر مكعب = 1000 سنتيمتر مكعب = 0.0353 قدم مكعب

1 قدم مكعب = 1.728 بوصة مكعبة = 0.0283 متر معكب

1 متر مكعب = 1000 ديسيمتر مكعب = 1.3080 ياردة مكعبة

1 لتر = 1000 مليلتر (مل) = 1 ديسيمتر مكعب = 0.2200 جالون

ا هكتولتر = 100 لتر = 21.997 جالون

1 جالون (بريطاني) = 8 باينت = 4.5461 لتر

1 باينت = 20 اونص سائلي = 0.5683 لتر

1 اونص سائلي = 28.413 مليلتر

1 جالون دولي = 3.79 لتر

برميل = 42 جالون = 0.16 متر مكعب

برميل = 159.18 لتر

متر مكعب = 6.250 برميل

<u>الكتلة – الوزن Mass– Weight</u>

ا مليجرام = 1000/1 جرام = 0.0154 جران

1 جرام = 1000 مليجرام = 0.0353 اونصة (اونس)

1 كيلوجرام(كجم) = 1000 جرام = 2.2046 رطل

1 رطل = 16 اونصة = 0.4536 كيلوجرام

1 هاندريد وايت = 112 رطل = 50.802 كجم

1 طن متري = 1000 كجم = 0.9842 طن

1 طن = 20 هاندريت وايت = 1.011 طن متري

1 جران = 65 مليجرام تقريبا

1 رطل = 453.9 جرام

الضغوط Pressures

1 رطل / البوصة المربعة = 0.069 بار

1 بار = 14.50 رطل / البوصة المربعة

1 رطل / البوصة المربعة = 0.068 ضغط جوي

1 ضغط جوي = 14.70 1 رطل /البوصة المربعة

1 رطل / البوصة المربعة = 0.070 كيلوجرام / سم2

1 كيلو جرام / سم2 = 14.28 1 رطل / البوصة المربعة

1 بار = 100 كيلو باسكال

السرعة Speed

عقدة بحرية = 0.8684 ميل / ساعة

ميل / ساعة = 1.1515 عقدة بحرية

قوي Power

قوة حصان = 745.70 وات (جول / ثانية)

1 كيلووات = 1.341 حصان تجاري

معدل التدفق Flow Rate

1 مترمكعب / ساعة = 16.667 لتر / دقيقة

1 لتر / دقيقة = 0.06 متر مكعب /ساعة

1 متر مكعب / يوم = 41.66667 لتر / ساعة = 0.694445 لتر / دقيقة

Abbreviations

AT	Aeration Tank
BOD	Biochemical Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
CFU	Colony Forming Unit
cm	Centimeter
°C	Degree Centigrade (Celsius)
CFS	Cubic Feet per Second
CPM	Counts per Minute
DAF	Dissolved Air Folatation
Diam	Diameter
DO	Dissolved Oxygen
DS	Dry Solids
FC	Fecal Coilform
F/ M	Food / Microorganisms
FTU	Formazine turbidity unit
FOG	Fat Oil and Grease
Ft	Feet
°F	Degree Fahrenheit
FCT	Final Clarifier Tank
g	gram
Gal	gallon
GPH	gallon per hour
GPM	gallon per minute
Hr	Hour
Kg	kilogram
Km	Kilometer
L	liter
Mg	milligram
ml	milliliter

mm	millimeter
ml / g	milliliter per gram
mg / l	milligram per liter
NTU	neophlometric turbidity unit
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids
MLVSS	Mixed Liquor Volatile Suspended Solids
MLNVSS	Mixed Liquor Non Volatile Suspended Solids
N.BOD	Nitrogenous Oxygen Demand
nm	nanometer
ng	nanogram
NH3 - N	Ammonia Nitrogen
NO3 - N	Nitrate Nitrogen
NO2 - N	Nitrite Nitrogen
OUR	Oxygen Uptake Rate
PPM	Part per Million
PSi	pound per square inch
PPB	Part per Billion
PPT	Part Per Trillion
Psi	pound per Square inch
PST	Primary Sedimentation Tank
pH	Concentration of hydrogen ion
RAS	Return Activated Sludge
RCL2	Residual Chlorine
R.O	Reverse Osmosis
SDI	Sludge Density Index
SDT	Sludge Detention Time
SV	Sludge Volume
SVI	Sludge Volume Index
Sp gr	specific gravity
SBD	Sludge Blanket Depth
SBR	Sequantional Batch Reactor

SOCs	Synthetic Organic Chemicals
SDI	Sludge density index
SSR	Sludge Settling Rate
SSV	Sludge Settling Volume
SSC	Sludge Settling Concentration
TDS	Total Dissolved Solids
TN2	Total Nitrogen
TkN	Total Kejldehel Nitrogen
TOG	Total Oil and Grease
TP	Total Phosphorous
TPO4	Total Phosphates
TPH	Total Petroleum Hydrocarbon
TS	Total Solids
TIS	Total Ionized Solids
TOC	Total Organic Carbon
TON	Total Organic Nitrogen
TNO	Total Nitrogenous oxygen
TOD	Total Oxygen Demand
µm	micrometer
µg	microgram'
µl	microliter
UV	ultraviolet
VOC	Volatile Organic Carbon
VOCs	Volatile Organic Compounds
VA	Volatile Acids
WAS	Waste Activated Sludge
WW	Wastewater

LIST OF ACRONYMS

API	American Petroleum Institute
$CaCl_2$	Calcium Chloride
CaSO4	Calcium Sulfate
Cd	Cadmium
CL2	Residual chlorine
CO2	Carbon dioxide
CPI	Corrugated Plate Interceptors
Cr	Chromium
Cu	Copper
DS	Dry Solids
EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency
EPAP	Environmental Pollution Abatement Project
Fe	Iron
$FeSO_4$	Iron Sulfate
ft	Feet
GOS	Gravity Oil Separator
H_2S	Hydrogen Sulfite
H_2SO_4	Sulfuric acid
Hg	Mercury
IAF	Induced Air Flotation
IWWTP	Industrial Waste Water Treatment Plant
kN/m^2	Kilo Newton per meter square
lbf/in^2	Pound feet per inch square
m	Meter
ml/l	Milliliter per liter
Mn	Manganese
Na_2CO_3	Sodium Carbonate

NaOH	Sodium Hydroxide
Ni	Nickel
NH_3	Ammonia
NH_4-N	Ammonium nitrogen
Ni	Nickel
O & G	Oil and Grease
OUR	Oxygen Uptake Rate
Pb	Lead
pH	Concentration of Hydrogen Ion
SBR	Sequential Batch Reactor
SBR	Sludge Blanket Depth
SM	Self-Monitoring
SO2	Sulfur dioxide
SO2	Sulfur Dioxide
TOD	Total Oxygen Demand
TPI	Tilted Plate Interceptors
Zn	Zinc

Some Useful Calculations

Concentrtions and mass Calculations

1 ppm = 1000 ppb (parts per billion) = 1 mg/kg (solid) = 1 mg/l (liquid)

1 ppm × 1/10000 = pecent

1 ppb = 1000 ppt (parts per trillion) = 1 µg/kg (solid) = 1 µg/l (liquid)

1 milligram (mg) = 0.001 gram and 1 kilogram (kg) = 1،000 grams

mg = milligrams (10^{-3} g)

µg = micrograms (10^{-6} g) ng = nanograms (10^{-9} g)

pg = picograms (10^{-12} g)

µm = micrometer (10^{-6} m)

nm = nanometer (10^{-9} m)

1% = 10.000 mg/L

Ibs = mg /l × MGD × 8.34 Ib / gal

Concentration mg / l = pounds per day / flow (MGD) × 8.34 Ib/gal

°C = 5/9 (°F – 32)

°F = (9/5 °C) + 32

percent water + percent solids = 100 percent

percent solids = 100 percent – percent water

Flow Calculations

Velocity ft/sec = flow rate cu ft/ sec / cross section area sq ft V= Q/A

Detention Time (minute) = Tank volume gal / flow rate GPM

Discharge Time% = (Discharge Time hr per day / Total Time hr per day) × 100

Solids Calculations

* Total Solids = Total Dissolved Solids + Total Suspended Solids + Settable Solids
* Total Suspended Solids = Volatile Suspended Solids + Non Volatile Suspended Solids
* SS Removal % = (SS inlet – SS effluent / SS inlet) × 100
* Sedimentation Efficiency of PST = (Inlet SS of PST - Outlet S.S of / Inlet SS of PST) × 100

Organic Load Calculations

* Waste Load % =(Discharge waste load Ibs per day / Plant capacity Ibs per day) × 100
* Total BOD (mg/l) = Carbonaceous BOD + Nitrogenous BOD
* BOD Removal % = (BOD inlet – BOD effluent / BOD inlet) × 100
* COD Removal % = (COD inlet – COD effluent / COD inlet) × 100
* Total Carbon =Total Inorganic Carbon + Total Organic Carbon

* F /M = mass food in wastewater /mass of bacteria in aeration tank

Nitrogen Calculations

* Total Nitrogen = Kjedahl Nitrogen (mg/l) + Nitrite & Nitrate

* Kjedahl Nitrogen (mg/l) = Organic Nitrogen + Ammonia

* Total Organic Nitrogen = Nitrate -Nitrogen + Nitrite Nitrogen

Sludge Calculations

* SVI = Sludge volume / Mixed liquor Suspended Solids ml / g

* Sludge age، in days = VA / QC Where. V = aerator volume، in million gallons;

A = average concentration of suspended solids in the aerator، in milligrams per liter;

Q = sewage flow، in million gallons per day; C = suspended solids in primary tank effluent; in milligrams per liter.

*** Percentage of return sludge = 100 / [100/ip) - 1]**

Where i = sludge volume index;

p = percentage of solid in the mixed liquor.

Wastewater Balance

(Influent) + (Water added) = (Effluent) + (Water in sludge)

(Water In) = (Water Out) + (Water Consumption) + (Water Losses)

Wastewater Solids Balance

(S.S. in Influent) + (New Solids Made) =

(Change in MLSS) + (Solids in Surplus Sludge) + (S.S. in Final Effluent)

RO Caculations

% Recovery = Volume of Treated Water produced / Volume of Feed Water used

المراجع العربية

القرآن الكريم

1- معالجة مياه الصرف الصحي وتشغيل المحطات - أحمد السروي

2- الإنسان وتلوث البيئة - محمد السيد ارناؤوط

3- هندسة الصرف الصحي د/ محمد صادق العدوي - كلية الهندسة جامعة الأسكندرية

4- دليل الرصد الذاتي للمنشآت الصناعية - وزارة الدولة لشئون البيئة

REFERENCES

1. Industrial & Hazardous Waste Treatment، Nelson Leonard Nemerow، Van Nostrand Reinhold، New York. 1991

2. • Metcalf and Eddy، wastewater Engineering، Treatment، Disposal and Reuse 1989.

3. M.A. Mullkk، Wastewater Treatment Processes in the Middle East، Water Pollution Control Federation، Washington، D.C. 1976.

4. Metcalf & Eddy، Wastewater Engineering، Treatment Disposal & Reuse، Third Edition، United States of American. 1991.

5. Nelson Leonard Nemerow، Industrial and Hazardous Waste Treatment، Van Nostrand Reinhold، New York. 1991.

6. Nancy Riikonen، Industrial Wastewater Source Control، Mc Graw-Hill Publications Co. New York. 1992.

7. Vincent Cavaseno، Industrial Wastewater & Solid Waste Engineering، 1980.

8. Russell L. Culp، Handbook of Advanced Wastewater Treatment، Second Edition، Van Nostrand Reinhold Environmental Engineering Series. New York. 1978.

9. Donald W. Sundstrom، Wastewater Treatment، Prentice Hall، INC.، Englewood Cliffs، N.J. 1981

10. Ralph L. Stephenson، The industrial Wastewater Systems Handbook، Lewis Publishers، New York. 1998.

11. •Water pollution Control Federation، Operation of Wastewater Treatment Plants، Manual practice No 11، 1988

12. W.W. Eckenfelder، Water Pollution Control، The Pemberton Press، Jenkins Publishing

Company، New York. 1970.

13. NPDES Compliance Inspection Manual، United States Environmental Protection Agency، Office of Environmental and Compliance Assurance، September 1994.

14. Environics Management of Environmental Systems، Environmental Inspection Procedures Manual. September 2001.

15. Pretreatment Facility Inspection (A Field Study Training Program)

الفهرس

الباب الخامس

الاستفادة والتخلص من مياه الصرف الصناعي

الباب السادس

تشغيل محطات الصرف الصناعى

الباب السابع

القوانين واللوائح المنظمة للصرف الصناعى

الباب الثامن

المصطلحات العلمية

معالجة مياه
الصرف الصناعى

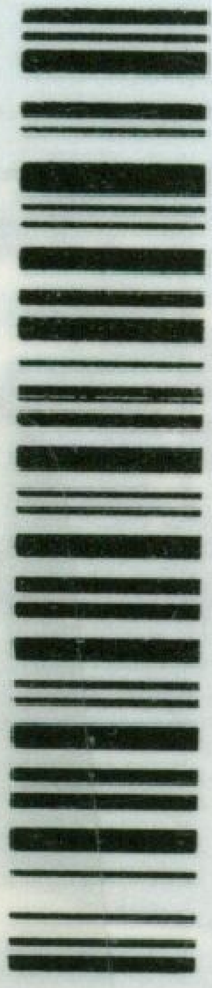
تعد المياه أهم المصادر الطبيعية الكرة الأرضية ، والأن الكرة الأرضية ذات موارد محدودة والمياه أهم المصادر محدودة والمياه باستعمالها يمكن أن تتحول إلى مصدر من مصادر التلوث والإفساد البيئى ، ولذا يجب التحكم فى المياه إن أمكن لمنع تلوث البيئة.

ومع إزدياد النشاط الصناعى فى العالم أجمع وبالتالى زاد عدد المصانع والمنشآت الصناعية مما أدي إلى زيادة المخلفات الصناعية السائلة والصلبة لتلك المصانع.

ومياه الصرف الصناعى مرتبطة ارتباطا وثيقا بتلوث المياه والتربة ولهذا فإنه من الضرورى والحتمي معالجة مخلفات مياه الصرف الصناعى والمخلفات السائلة عموما معالجة متكاملة ، حتى لا تصل تلك المخلفات إلى مصادر المياه سواء استخدمت هذه المياه فى أغراض منزلية أو فى الزراعة.

ولقد كان الدافع إلى تناول موضوع معالجة مياه الصرف الصناعى هو إضافة كتاب عربى للمكتبة العربية العلمية حيث أن هذه الإصدارات مطلوب لأمتنا العربية لتواكب التقنيات الحديثة في المعالجة والتشغيل والصيانة ، وبما يعود بالفائدة علي جميع العاملين فى هذا المجال من المهندسين والباحثين والفنيين.

وانى لارجو أن أن يجد طلاب الهندسة العلوم بالجامعات هذا الكتاب عونا ... يجدوا فيه تيسيرا فى الاستيعاب و...





دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين- القاهرة
☎ ٧٩٥٤٢٢٩
www.sbh-egypt.com
e-mail : sbh@link.net